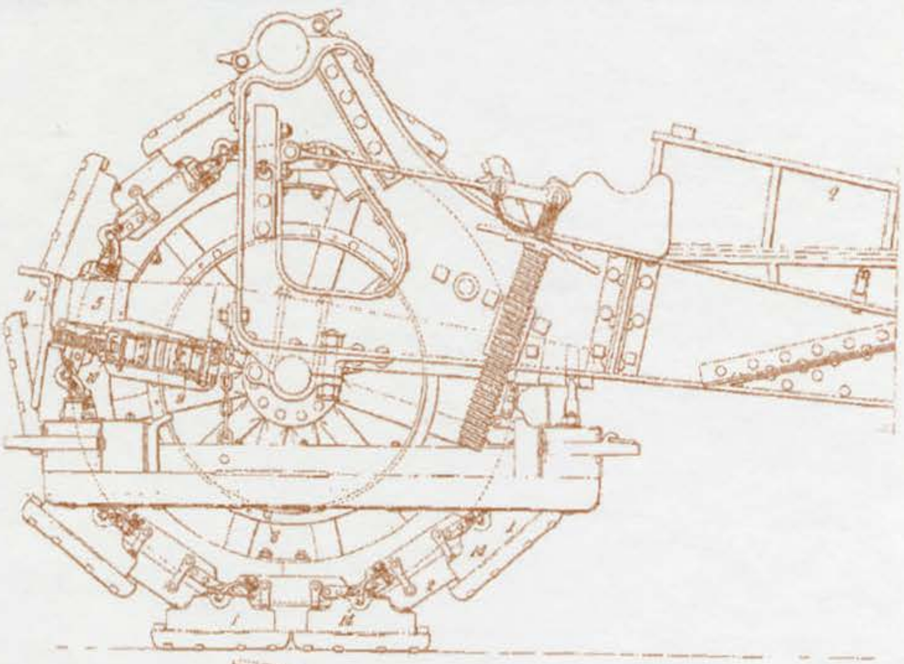
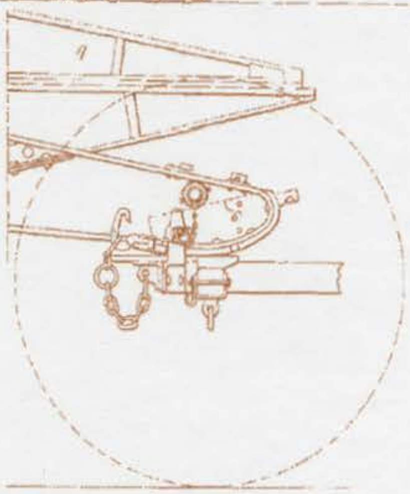
RIVISTA MILITARE

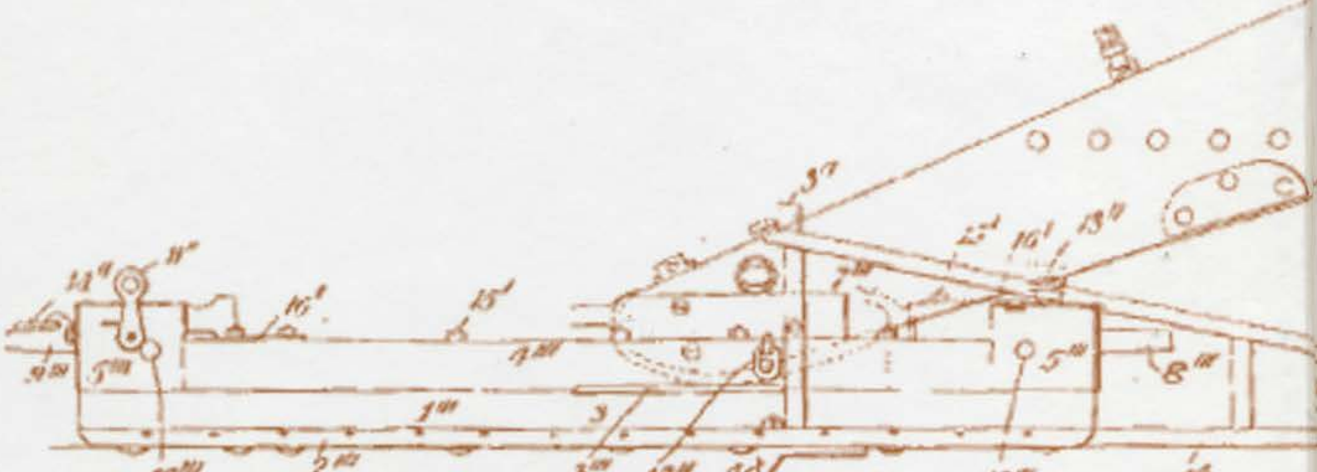
TECHNE

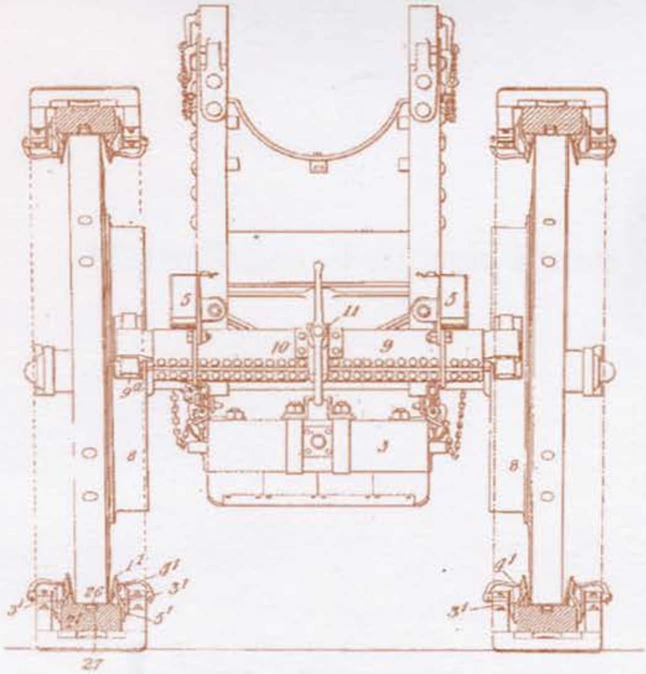
Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica

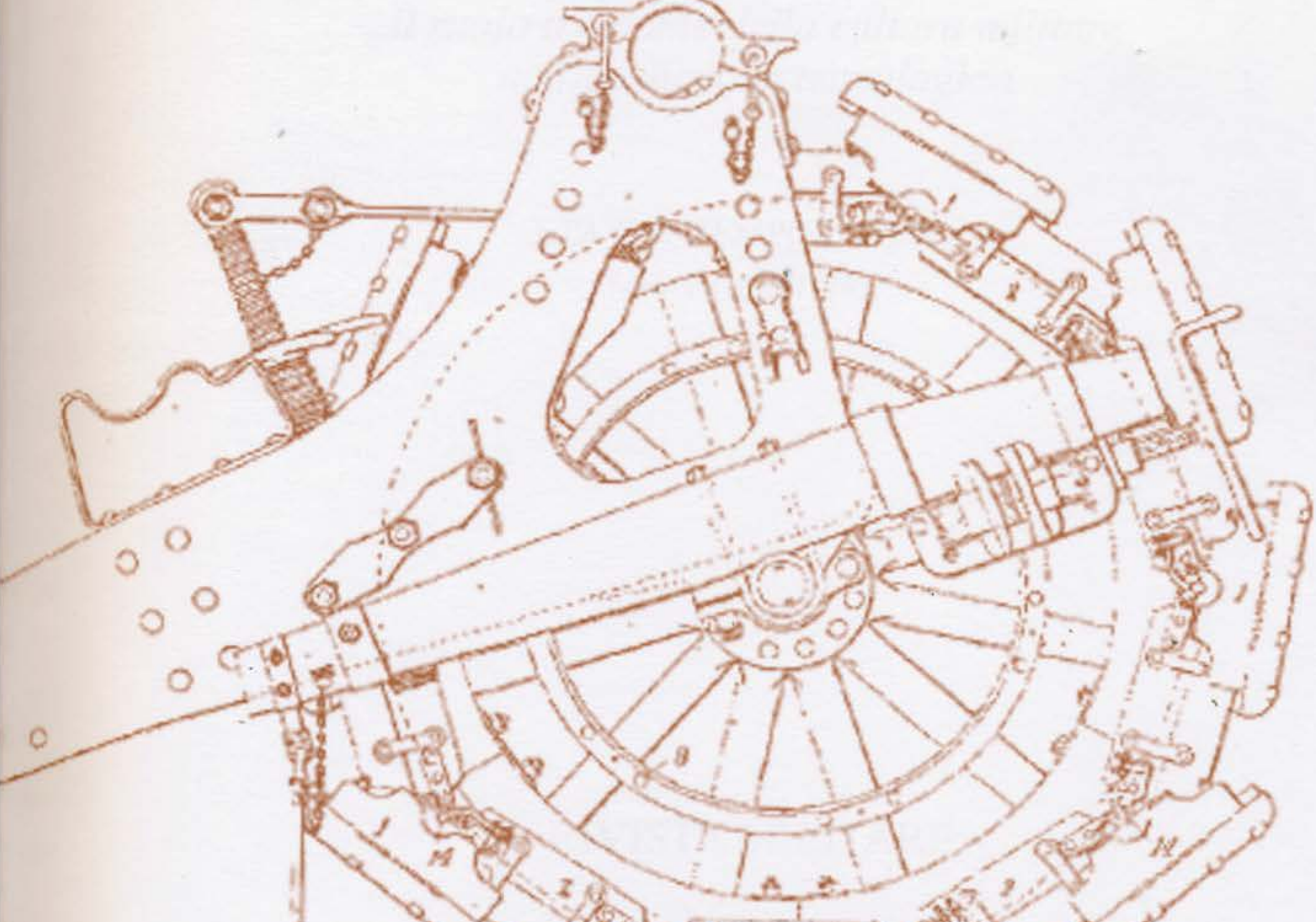
FLAVIO RUSSO - FERRUCCIO RUSSO











Flavio Russo - Ferruccio Russo

TECHNE

Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica

- ETÀ CONTEMPORANEA -

Tomo I (1815-1914)

RIVISTA MILITARE

ROMA 2014

Questo volume è stato realizzato dalla Rivista Militare.
Ne sono Autori: per la parte relativa al testo ed alle ricerche storiche Flavio Russo; per la parte relativa al progetto grafico, alle ricostruzioni virtuali e all'apparato iconografico, in generale, Ferruccio Russo;
Le illustrazioni ed i disegni, quando non diversamente precisato nelle referenze iconografiche, sono degli Autori o della Rivista Militare.

Hanno collaborato:

Coordinamento editoriale:
Luigino Cerbo

Revisione testi:
Claudio Angelini, Annarita Laurenzi, Marcello Ciriminna

Progetto, elaborazione grafica ed impaginazione:
Ferruccio Russo

RIVISTA MILITARE

Direttore Responsabile:
Felice De Leo

© 2014
Proprietà letteraria artistica e scientifica riservata

Indice

Presentazione 3

Prefazione tecnica 5

Premessa: Mobilis in mobile 7

Terra, mare e cielo, carbone, petrolio ed elettricità 32
Prima e seconda rivoluzione industriale 34
Vapore, ferro e carbone 37

In Terra 42

Militaria mirabilia: La riconoscenza di Nobel 43
Il ferro della Calabria 47
Dai cannoni alle ferrovie 54
Trafori ferroviari e ta-pum 62
I treni con la croce rossa 66
I raggi X 70
La penicillina 76
Il cemento armato 77
Il secondo ponte della Terza Armata 83
Taglie standardizzate degli abiti 88
Scarpe anatomiche 91
Il trench 93
Unificazione d'Italia ed autoveicoli 102

In Mare 108

Militaria mirabilia: Tiro alla fune sul mare 109
La bussola senz'ago 111
La scuola per palombari della Marina Militare Sarda 1849 119
L'autorespiratore del 1860 120
I nuovi fari 127
I primi piroscafi del Mediterraneo 130
I primi sommergibili in combattimento 135
Il primo sommergibile a doppio motore 137
Dal siluro al trascinatore subacqueo 139
Aliscafo 142
Il telegrafo e il cavo sottomarino 144
Il pantelegrafo 148
Le navi di ferro 151

La turbina gira sul mare 154
Il battello pneumatico 158
Il motore fuoribordo 160
Il periscopio 161
Gallerie sottomarine e camere di decompressione 164
La radio in mare 170
La rettifica del Sarno 173
Quei primi ponti sospesi 176

In Cielo 182

Militaria mirabilia: Il drone con le penne 183
Il volo a vapore 185
Il dirigibile a vapore 186
L'aereo a vapore 191
Motori rotativi a stella 201
A Pompei esordisce il rilievo aerofotogrammetrico urbanistico 205
Un rilievo a futura memoria 205
La genesi del modello scala 1/100 di Pompei 218
Il rilievo planimetrico per il grande plastico 220
L'ex topografo militare 223
Descrizione materiale del plastico 232
Il rilievo aereo topofotografico di Pompei 233
Conclusioni 245

Indice degli autori 247

Presentazione

Nel presentare il quarto volume della serie *"Techne"*, dedicato all'età moderna, avevo evidenziato come il fluire delle epoche è stato sempre accompagnato, in qualche modo, dalla scoperta di macchine e di congegni tecnici scaturiti dall'evoluzione dell'arte della guerra.

La collana si arricchisce di un nuovo saggio - il quinto - che questa volta fa riferimento "all'era contemporanea", il periodo storico che, convenzionalmente, viene collocato dagli storici tra il Congresso di Vienna, aperto nel 1815, e la caduta del muro di Berlino, avvenuta nel 1989.

Un arco di tempo, lungo settantaquattro anni e un secolo, in cui il progresso tecnologico è stato di tale incessante e significativa rilevanza scientifica da portare l'Autore a scindere l'esposizione in tre parti: la prima, trattata in questo tomo, che va dal 1815 al 1914; la seconda che copre il periodo compreso tra il 1915 e il 1945; l'ultima che comprende il secondo dopoguerra fino al 1989.

Scorrendo le pagine e le immagini del volume, il lettore è accompagnato lungo un filo sottile che unisce l'evolversi delle tecnologie alla storia degli apparati tecnici prodotti e alla loro applicazione e sperimentazione sul terreno. Una narrativa, dettagliata e istruttiva, che individua nel periodo antecedente la Grande Guerra quello, per molti aspetti, più prodigo di scoperte innovative.

È proprio in questa epoca, infatti, che fanno il loro esordio la propulsione a vapore, l'aliscafo, il siluro e il *trench,* si sperimenta il decollo dei primi aerei, si realizza la possibilità di comunicare nell'immaterialità dell'etere, si afferma l'arte della fotografia e della cinematografia, si impone l'utilizzo della forza devastante della dinamite e l'incredibile resistenza del cemento armato e, soprattutto, trova impiego l'energia elettrica.

Sono anche gli anni in cui l'umanità compie grandi progressi nel campo della farmaceutica e della medicina con le prime indagini radiologiche e i primi esperimenti sulla penicillina e sulle trasfusioni di sangue, che si rivelarono dei passaggi epocali, non solo per i militari in operazione, ma per l'intera storia della sanità mondiale.

Questi costituiscono solo alcuni degli ambiti che possono inscriversi nel ruolo trainante svolto nei secoli dalla cultura militare, sia per gli aspetti di scoperta scientifica sia per quello dell'ottimizzazione e dell'effettivo impiego delle tecnologie che hanno trasformato terra, acqua e aria, quelle che in epoca classica erano definite come "le prime tre radici di Empedocle" negli attuali ambienti che costituiscono il moderno "spazio della battaglia".

Come le precedenti edizioni, anche quest'opera - mi piace rimarcarlo - contiene un vasto repertorio di conoscenze di alto valore tecnico e scientifico, esaltato da un moderno stile letterario, impreziosito da un apparato aneddotico e iconografico di ottima fattura, che agevola la comprensione e fornisce completezza alle ricerche condotte dal Professor Flavio Russo.

Sono particolarmente lieto di proporre ai lettori questo volume, nella certezza che esso potrà costituire non solo un prezioso strumento di arricchimento professionale, ma anche un utile mezzo per rafforzare nella pubblica opinione la consapevolezza che il mondo militare italiano, e in particolare l'Esercito, proprio perché anticipatore di tante conquiste scientifiche e depositario di un lascito e di un retaggio inestimabili, rappresenta una delle più alte espressioni delle capacità creative e produttive del nostro popolo.

Una realtà pienamente in grado di confrontarsi sul piano dialettico con le tante altre che animano la vita democratica della Nazione, concorrendo con esse ad aprire all'Italia significative opportunità di accreditare nel mondo le capacità tecnologiche nazionali in settori d'eccellenza.

Un'ultima riflessione a chiusura di questa breve presentazione.

In questi ultimi anni siamo tutti presi dal fascino del *"Web 3.0"*, delle "*Start-up*", delle "*Apps*" e di altre tendenze informatiche e cibernetiche che ci orientano in direzione del nuovo. Si tratta sicuramente di tecnologie perforanti la cui affermazione è inarrestabile e che ci proiettano in un futuro quanto mai prossimo.

Ma il passato non è cenere al vento. Gorge Orwell, il celeberrimo scrittore britannico, autore del *best-seller* "1984", asseriva che "*chi controlla il passato, controlla il futuro*". Un'affermazione certamente condivisibile se solo pensiamo ad alcune opere dell'uomo che, pur maturate in una certa epoca e legate a una data società o a una specifica impresa, le trascendono in notevole misura ed esprimono idee e pensieri che parlano alle generazioni successive, anche a distanza di molti secoli.

Lo stesso Plutarco sosteneva, e credo sia un principio valido ancora oggi, che le culture sono come rivoli di storia che convergono nel fiume dell'umanità, essendo il frutto di processi trasformativi, di rielaborazioni, di invenzioni e di scambi messi a disposizione dell'uomo.

Con tale visione va indagata e compresa la cultura militare, la cui vera rilevanza storica, per ragioni complesse, non è ancora sufficientemente nota al grande pubblico e spesso sfugge anche ai migliori ambienti accademici.

Con tale consapevolezza dobbiamo rendere merito all'Autore. Egli, con il compasso dell'attenzione verso le antiche vestigia e con la grande passione per la riscoperta e la valorizzazione di un'affascinante e trascurata ricchezza, frugando nelle pieghe del passato, ha compiuto un lungo e faticoso percorso ed è riuscito a scoprire sentieri fertili di conoscenza, che ci danno piena misura della straordinaria incidenza avuta dallo sviluppo del pensiero militare lungo la storia della civiltà umana.

E così facendo, ci ha regalato, per i tipi di Rivista Militare, una pregevole collana storica che si qualifica come un autentico avvenimento letterario.

IL CAPO DI STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
Generale di Corpo d'Armata Claudio GRAZIANO

Claudio Graziano

Prefazione tecnica

Ancora una volta, ho perso il conto di quante siano, mi ritrovo a scrivere la presentazione di un libro di Flavio e Ferruccio.

Anche questa volta non nascondo il fatto che i due autori, padre e figlio, sono entrambi due cari amici. Col primo mi lega anche il fatto di essere più o meno coetaneo e quindi di dividere una serie di esperienze simili fatte negli stessi anni e quindi, cosa importantissima, di avere ricordi comuni. Questa è una cosa importantissima, io credo. Infatti mi tornano alla memoria gli incontri di mio padre con i suoi antichi commilitoni. Da ragazzino non potevo capire cosa legasse tanto uomini maturi che avevano condiviso i dolori di una guerra tanti anni prima. Ora, qualche volta, parlando con Flavio, lo posso capire. Non è facile spiegalo a parole ma i ricordi delle cose vissute e scoperte negli stessi anni, belle o brutte che siano hanno una dolcezza che unisce più di qualunque altro collante. Esse sono la memoria.

La memoria: forse tra i tesori più grandi di un essere umano ed ancor più; la memoria è tra le cose più importanti di una Nazione. E con Nazione intendo dire qualunque insieme di esseri umani. Non per niente la distruzione della memoria è tra i modi più efficaci per disperdere un popolo ed annientarne la cultura.

Ma cosa c'entra tutto questo con questo libro? Centra, io credo, per due motivi.

Il primo motivo consiste nel fatto che presentando il risultato del lavoro di due amici, il parlarne bene, si può credere che sia scontato. Per onestà intellettuale devo allora dire che, sebbene i due autori siano amici, sono anche, in qualche modo, dei rivali. Lo sono nel senso che anche io mi occupo di storia dell'ingegneria, sia dal punto di vista Accademico che per mio diletto. E dunque molto mi piacerebbe trovare delle pecche nel lavoro di questi due rivale. L'ho cercate, le pecche, e invece.., Il libro mi è piaciuto. Mi è piaciuto per tanti motivi; non voglio parlare di aspetti tecnici: quelli saranno valutati dagli esperti lettori. La cosa che colpisce per prima e che le ricerche e le ricostruzioni sono fatte con passione, e la passione è il più importante "motore" delle cose belle. E poi mi piace sottolineare che il libro sembra quasi un romanzo: senza stancare il lettore, gli autori lo accompagnano attraverso un viaggio alla riscoperta di tante e tante cose del nostro passato di appartenenti al genere umano. Perché la scienza e la tecnica sono espressioni importantissime del genere umano, al pari dell'arte e forse...

E qui veniamo al secondo motivo: la memoria. Ed infatti, come dicevo, ciò che unisce Flavio e me è, oltre a comuni ricordi, il gusto di studiare e comprendere le tappe della nostra specie nel suo cammino di progresso scientifico e tecnico. Non per nulla nelle più prestigiose Facoltà tecniche e scientifiche del mondo c'è un insegnamento e spesso addirittura una cattedra di Storia della Scienza o dell'Ingegneria. Questo perché non si può comprendere ciò che è nel presente se non si conosce il cammino che ad esso presente ci ha portato.

Devo dire che, evidentemente, questo è stato compreso dall'Ufficio Storico della nostra Difesa che sostiene da anni questi studi.

E dunque ... basta così ! Mi sono dilungato fin troppo, meglio leggere questo libro e gustare il tributo che gli autori fanno, con i loro studi e la loro presentazione, a scienziati, tecnici, artigiani ed ingegneri che hanno lavorato per costruire il nostro presente.

A proposito: ho dimenticato di scrivere che sono particolarmente lieto di scrivere queste presentazioni; ma c'era bisogno di farlo?

Prof. Ing. Cesare Rossi
Ordinario di Meccanica Applicata alle Macchine presso l'Università di Napoli "FedericoII"
Membro per l'Italia della Permanent Commission for History of Mechanism and Machine Science dell'IFToMM

Premessa - *Mobilis in mobile*

In età classica terra, mare e cielo, per vari aspetti, rappresentarono la massima manifestazione delle prime tre radici di Empedocle, terra, acqua e aria: la quarta, il fuoco, lo si reputò al di là delle credenze coeve, una sorta di catalizzatore che permetteva e connotava le innumerevoli aggregazioni da esse derivanti e che costituivano la realtà materiale. Nell'età contemporanea, compresa tra il 1815 e oggi, terra, mare e cielo, invece, divengono gli ambiti operativi dell'uomo, gli scenari nei quali si colloca, in generale la sua evoluzione tecnologica e, in particolare, la sua mobilità, di certo esito più appariscente e stravolgente. Il fuoco, allora, dismesso il ruolo di demiurgo assume quello concreto di energia potenziale mobile, infrangendo il rigido vincolo ultra millenario tra l'energia primaria, disponibile in natura, e gli statici motori primari da lei alimentati sottoforma di corrente idrica o eolica. Quest'ultima, tuttavia, spostandosi con l'aria e spingendo le navi a vela, rientrava sia pure indirettamente, al pari dell'elettricità che correndo nei fili fa muovere i treni, tra le energie se non proprio mobili almeno trasferibili.

Debuttarono perciò nel XIX secolo, sia l'energia potenziale portatile sia quella trasferibile ambedue capaci di trasformare la materia e di attivarla, fenomeno che ridotto alla sua essenza altro non è che

In basso: *colata di acciaio in un altoforno.*

una mutazione di forma o, soprattutto, di luogo. Tale spostamento può esemplificarsi nella fusione a livello microscopico e negli esodi a livello macroscopico. Trattandosi in entrambi i casi comunque di un passaggio, di stato o luogo, si estrinseca con un suo tempo che, almeno per la migrazione, ed è la novità dell'età contemporanea, tende rapidamente ad abbreviarsi per la crescente rapidità dei mezzi di trasporto meccanici terrestri, marittimi e aerei, per uomini e merci. Celerità che, grazie alla corrente elettrica, diverrà pressoché istantanea per le notizie inoltrate con il telegrafo, con il telefono e, infine, con la radio.

La velocità massima, che nel passato non poteva eccedere quella del cavallo lanciato al galoppo, del vascello spinto dal vento furioso o della staffetta di messaggeri trafelati, con l'avvento della ferrovia prima e dei veicoli auto-mobili poi, infranse quegl'inflessibili limiti rappresentando la prima nota distintiva dell'età contemporanea. Fino all'introduzione, infatti, del *"treno a vapore, la massima velocità consentita all'uomo era quella del cavallo; al galoppo lanciato il cavallo può raggiungere velocità considerevoli, oltre 60 km l'ora. Ma nei viaggi il galoppo era un'eccezione."*[1]

1 Cfr. A. MONDINI, *Storia della tecnica*, vol. III *Dal Seicento al Novecento*, Torino 1977, p. 189. Più precisamente: "le andature erano il passo, il trotto e l'ambio; quest'ultima è un' andatura innaturale per il cavallo, che è equilibrato quando procede per 'diagonali' (anteriore sinistro e posteriore destro formano il diagonale sinistro e anteriore destro e posteriore sinistro formano il diagonale destro). Nell'ambio avanzano insieme i due arti dello stesso lato... è un'andatura che scuote il cavaliere meno del trotto ed era preferita per i viaggi lunghi. La velocità di spostamento dei cavalieri isolati e delle diligenze non superava i 12 km l'ora; il treno... portò questa velocità fra i 40 e i 50 km orari, e in breve tempo a valori superiori. La velocità si affermò anche nella produzione: le macchine marciavano rapide e sfornavano rapidamente i prodotti."

In alto: *dettaglio della colata di acciaio.*
In basso: *un gregge di pecore durante la transumanza.*

Il progresso tecnologico nel periodo storico avviatosi dopo il Congresso di Vienna, in terra, in mare e in cielo fu a lungo supportato dalle fonti energetiche ritenute fino ad allora secondarie in base alla loro non spontanea manifestazione. Il carbone, il petrolio e il gas, infatti, ai quali solo dopo la Grande Guerra iniziò ad affiancarsi l'elettricità, sebbene presenti allo stato naturale, raramente erogano autonomamente la loro energia potenziale, come il vento o la corrente dei fiumi, ma hanno bisogno per farlo di congegni di attivazione e di alimentazione. Non essendo disponibili sulla superficie terrestre in quantità significative il loro approvvigionamento, unitamente allo stoccaggio e alla distribuzione, diede origine a un vasto indotto che, a sua volta, rivestirà una rilevanza propulsiva straordinaria. Il carbone, ad esempio, era noto in epoca romana e forse in alcune regioni dell'Impero dove i suoi strati affioravano, lo si utilizzò per riscaldarsi, ma si trattò di singolarità di marginale consistenza piuttosto che di anticipazioni fruitive propriamente dette. Stesso discorso vale anche per il petrolio e per il metano,

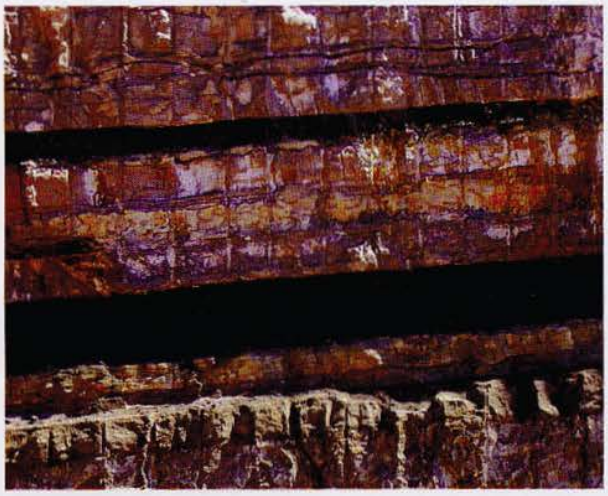
In basso: *traliccio di supporto per ponti radio e ripetitori televisivi.*

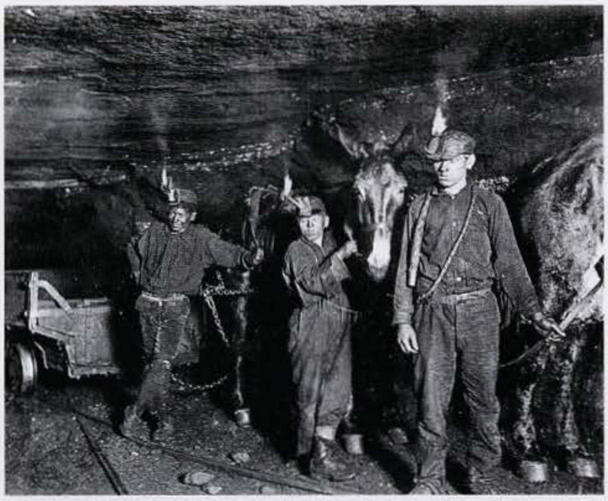
la cui conoscenza, sebbene risulti altrettanto antica, vide uno scarso utilizzo del primo e nessuno del secondo.[2] Quanto all'energia elettrica, del tutto ignota nella sostanza e temuta solo per la potenzialità mortifera della folgore, conoscerà una minima utilizzazione intorno alla prima metà del XIX secolo, incrementatasi rapidamente nella seconda, divenendo fondamentale in ogni settore nel primo dopoguerra.

L'energia, per quanto accennato, in coincidenza con l'avvio dell'età moderna ostenta una sua peculiarità basilare, non ignota ma non sfruttata in passato: il suo sussistere all'interno di alcuni minerali e pertanto poter essere trasportabile, magari all'interno dello stesso veicolo che alimenta. La corsa di una locomotiva a vapore, grazie al calore sviluppato dalla combustione del carbone nella sua caldaia, ne è un classico esempio. Le ruote fatte girare dall'acqua o dal vento, che nell'antichità azionarono i mulini e molteplici congegni, essendo inevitabilmente soggette a quelle fonti energetiche primarie ambientali, non furono in alcun modo utilizzabili per la propulsione di un veicolo semovente propriamente detto non potendosele portare al loro interno, al di là delle tante utopie medievali. Assurdo, poi, immaginare velieri terrestri e per la rilevante escursione altimetrica del suolo e per l'attrito delle ruote sul suolo, di gran lunga maggiore che sull'acqua[3]: non a caso i soli veicoli mossi dal vento, corsero e corrono soltanto sulle spiagge o nei deserti, restando sempre dei leggerissimi carrelli da diporto.

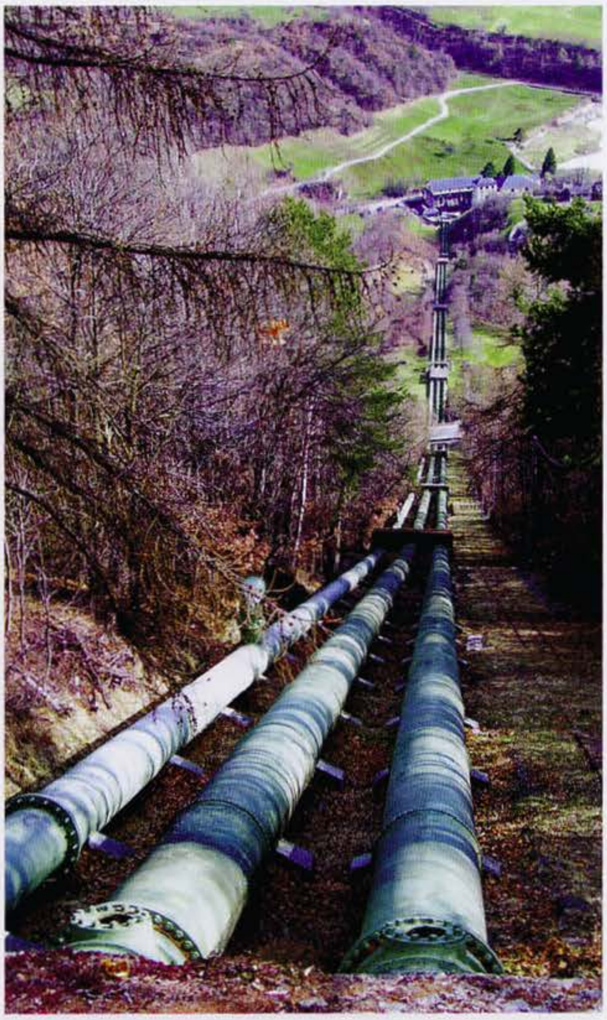
2 Secondo una recente teoria un utilizzo, sia pure involontario, del metano sembrerebbe essere stato praticato a Delfi da parte delle sacerdotesse del locale Tempio di Apollo celebre per i suoi oscuri oracoli. Plutarco: "che per un certo periodo fu anche sacerdote nel Tempio di Delfi, attribuiva proprio a quelle esalazioni il potere profetico che permetteva alle sacerdotesse di svelare le fortune o le disgrazie dei mortali. Di fatto, sembra che la Pizia e le altre sacerdotesse pronunciassero soltanto frasi sconnesse e che queste venissero interpretate a proprio piacimento dagli astanti. Studi geologici recenti hanno dimostrato che Delfi sorge proprio in corrispondenza di profonde fratture del terreno da cui emergono gas di origine geologica. Ora l'impronta inequivocabile di metano termogenico è stata dimostrata dagli studiosi italiani e greci i quali hanno pubblicato i risultati della loro ricerca sull'ultimo numero della rivista internazionale." da F. FORESTA MARTIN in *Corriere della Sera*, 11 ottobre 2006.

3 Guido da Vigevano vissuto a cavallo tra il XIII ed il XIV secolo, ad esempio, immagina carri da guerra che corrono attraverso i campi senza essere trainati da bestie di sorta, mossi 'con furore' dalla forza del vento per mezzo di ingranaggi di demoltiplicazione. Sottolinea al riguardo A.A. SETTIA, *Comuni in guerra ed eserciti nell'Italia delle città*, Bologna 1993, p. 125: "L'ipotetica auto-mobilità *'cum furore'* – destinata a rimanere utopistica ancora per molti secoli – ne avrebbe certo fatto degli sconvolgenti mezzi d'assalto, ma di fatto l'ingombro e la pesantezza non potevano che relegarli ad un impiego statico...".

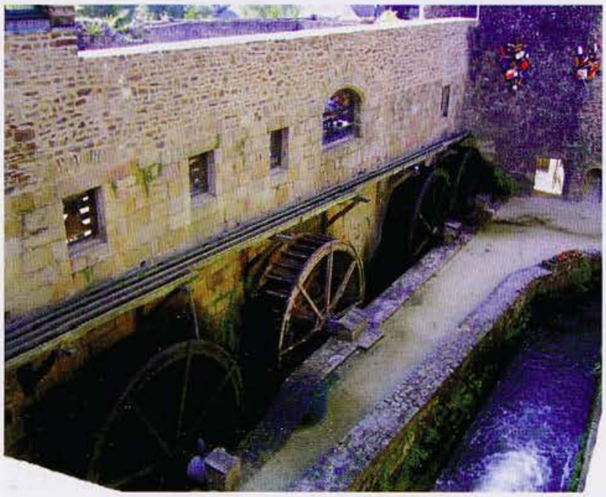




In questa colonna
In alto: *miniera di antracite in Pennsylvania agli inizi del secolo, nella quale lavoravano molti immigrati di origine siciliana.*
Al centro: *strati di carbone interposti a rocce sedimentarie, ben evidenti per la loro colorazione nera.*
In basso: *West Virgina, 1908, minatori all'interno di una miniera di carbone.*



In questa colonna
In alto: *la centrale idroelettrica di Nove, Vittorio Veneto.*
In basso: *condotte forzate di alimentazione di una centrale idroelettrica.*



In questa colonna
In alto: *una locomotiva a vapore alimentata a carbone.*
Al centro: *un mulino a vento olandese ad asse orizzontale orientabile.*
In basso: *una serie di ruote idrauliche di un mulino, alimentate per caduta tramite tre condotte parallele.*

Le imbarcazioni che, tramite le loro vele, sfruttano il vento per navigare sembrano in pratica contraddire quanto delineato: restando però costrette a subirne i capricci che in maniera del tutto imprevedibile lo fanno spirare, cadere o mutar direzione, in effetti non lo padroneggiavano, riducendo perciò i due gradi di libertà di movimento, precipui di un vero semovente, ad un unico grado, esattamente come accade con un filobus, che utilizzando l'energia elettrica per potersi muoversi, pur non costretto da alcun binario, deve aderire al tracciato della linea aerea.

Pertanto l'individuazione e l'acquisizione di fonti energetiche mobili, portatili o, in qualsiasi modo, indipendenti dal luogo di manifestazione può ritenersi la chiave che avviò il progresso dei mezzi di trasporto, rapidi e autonomi, dell'età contemporanea. Il vapore che muoverà navi e locomotive sarà prodotto, come accennato, dalla combustione del carbone fossile piuttosto che della legna, il quale oltre a erogare a parità di massa una maggiore quantità di calorie rispetto all'altra, si estraeva da immensi giacimenti sotterranei pressoché inesauribili. Senza contare poi che, indipendentemente dalla quantità tratta in superficie, non danneggiava l'ambiente, come avveniva invece col taglio dei boschi, responsabile del denudamento totale di intere dorsali collinari e montane, irreversibile e non di rado dagli esiti catastrofici.

La disponibilità di energia potenziale mobile permise la costruzione di veicoli capaci di spostarsi autonomamente su lunghi percorsi per cui, parafrasando il motto coniato da Giulio Verne per il suo Nautilus, di *mobilis in mobile* la si sarebbe potuta applicare, con calzante aderenza, a tale tipologia energetica! E se l'aspetto pregnante dell'Età moderna fu il balzo evolutivo dei trasporti e più ancora dei viaggi veloci, a consentirlo furono dapprima i potenti motori esotermici a vapore, e poi persino maggiormente quelli endotermici a benzina o a gasolio e, più di recente, nel comparto aeronautico quelli a reazione. In brevissimo volgere vennero raggiunte velocità impensabili appena pochi anni innanzi, talmente prive di precedenti da far reputare per gli arcaici treni un insormontabile limite fisiologico la quarantina di km/h! Preoccupazione dettata dall'essere proprio nelle ferrovie più rapido l'incremento delle velocità, equiparate solo alcuni decenni dopo dagli autoveicoli su strada. Meno vistosa l'evoluzione tecnica delle navi a vapore, i 'vapori' per antonomasia, soprattutto dopo l'introduzione dell'elica, avviatasi nel 1827. Da notare che la ruota, adottata inizialmente per le navi a vapore, per la sua eccessiva vulnerabilità non

riscosse mai ampi consensi nelle diverse marine militari, che infatti restarono spesso fedeli alla vela fin quasi al 1860.[4]

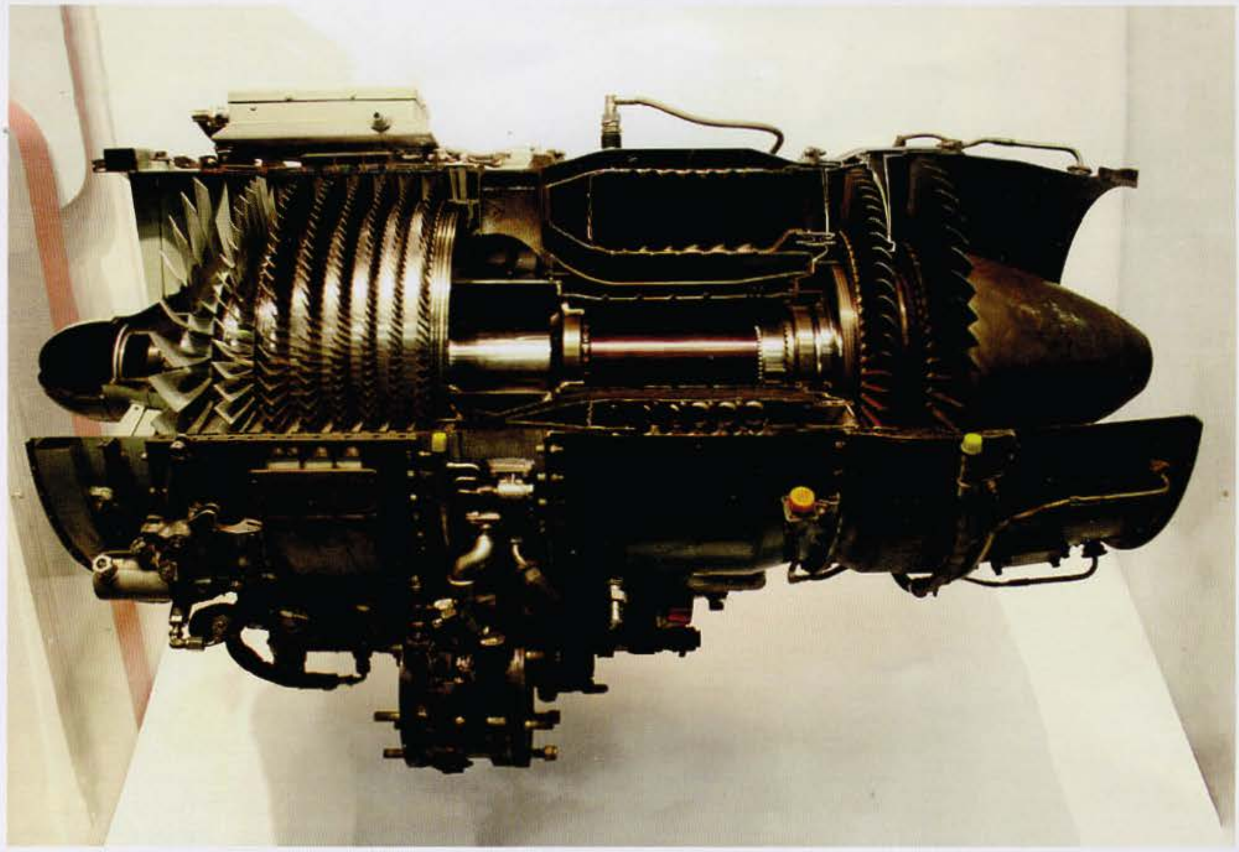
È curioso constatare che la cantieristica italiana alla quale si doveva il primato italiano per la costruzione di navi a vapore, ben tre fra il 1818-19[5], in epoca

4 Precisa R. RENZETTI, *Lo sfruttamento del vapore. Treni e navi*, pubblicazione *on line* febbraio 2011, p. 59: "Nel 1845, in una gara di questa nave a propulsione a elica con la Alecto a propulsione a ruota a pale e con identiche caratteristiche di peso e potenza, la Rattler mostrò la sua superiorità: su una distanza di 80 miglia, arrivò circa 25 minuti prima. Poiché era una gara tra navi da guerra si mostrò anche la maggiore vulnerabilità della ruota a pale che poteva essere facilmente colpita immobilizzando la nave. Questo problema aveva carattere più generale per le navi da guerra. Era tutta la macchina che generava il moto che doveva essere sistemata sotto la linea di galleggiamento ed in tal senso la propulsione ad elica, con la sua azione sotto acqua, richiedeva la progettazione di macchine che avessero l'asse e quindi lavorassero sotto la linea di galleggiamento (fatto che, tra l'altro, garantiva anche una maggiore stabilità statica della nave)."

5 I tre piroscafi costruiti in Italia che solcarono il Mediterraneo tra il 1818-19 furono nell'ordine: "il *Ferdinando I*, di P. Ariel, uscito dai cantieri di Napoli e destinato al servizio Napoli-Genova-Marsiglia, la *Carolina*, di G. Allen, costruita nei cantieri Panfili di Trieste, per il servizio Trieste-Venezia,

Al lato: *veliero mercantile della fine del XIX secolo.*
In basso: *la Ferdinando I, la prima nave a vapore del Mediterraneo.*

Nella pagina a destra
In alto: *spaccato di un motore turbogetto.*
In basso: *sezione basamentale di un grande motore diesel marino.*



postunitaria sembrò incapace o non interessata a realizzare scafi in ferro, restando vincolata a quelli in legno. Molteplici le ragioni alle spalle, derivate per lo più proprio dalla competenza nelle costruzioni navali tradizionali: il legname a esse necessario era l'esito di una lunga serie di operazioni che andava dalla cura dei boschi al loro taglio e trasformazione in tavoloni e travi, con numerosi occupati; similmente corderie e velerie erano molto sviluppate e con gran numero di maestranze, destinate ovviamente alla disoccupazione con la conversione agli scafi di ferro; l'assemblaggio si avvaleva di specialisti, quali i celebri mastri d'ascia, inadeguati a trasformarsi in carpentieri metallici. Pertanto: *"scafi in ferro e navi a vapore erano, e furono a lungo, prevalentemente di importazione. Si tentarono anche alcuni interventi governativi per stimolare la crescita e sostenere lo sviluppo di una cantieristica in ferro"*[6] ma i risultati furono deludenti tant'è che nel 1879 la produzione, già da tempo estremamente esigua, si contrasse ancora ulteriormente, esplicita conferma di una sorta di conservatorismo tecnologico che affliggeva le industrie italiane. Lo conferma pure il lungo protrarsi dell'impiego del carbone come combustibile fin quasi all'ultimo quarto del XIX secolo quando iniziò a imporsi, quale suo valido sostituto, il petrolio e, più ancora, il suo derivato la benzina che, soltanto nel secondo dopoguerra sarà affiancata dal metano soprattutto nelle attività industriali.

Va sottolineato che: *"l'espansione dei mezzi di trasporto su rotaia, che ebbe inizio negli anni Quaranta,*

e l'*Eridano*, di L. Pellico, varato dal cantiere della Foce a Genova per un servizio in Adriatico." Da A. MONDINI, *Storia della tecnica*, vol. III... cit., p. 271.

6 Da U. LEONE, *Industria metalmeccanica e cantieri navali nel periodo postunitario*, in *La fabbrica delle navi. Storia della cantieristica nel Mezzogiorno d'Italia*, Napoli 1990, p. 166.

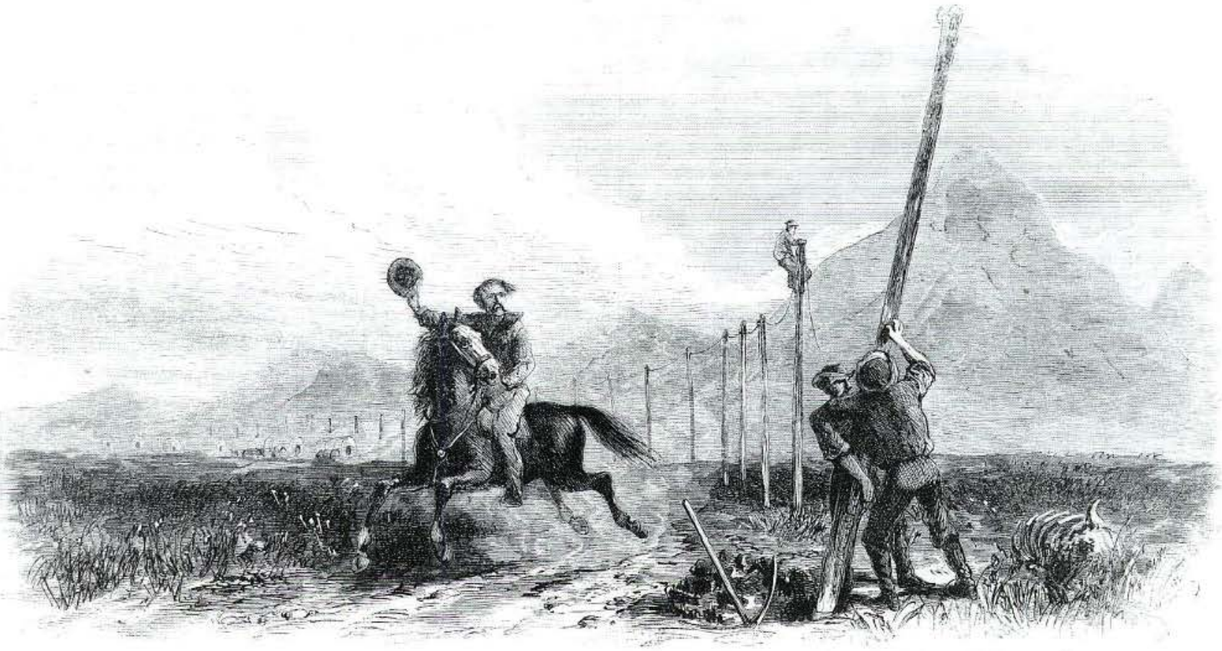
Nelle pagine precedenti: *veduta interna di uno scafo di legno con le sue numerose ordinate.*
In basso: *una nave di legno in fase di costruzione.*

e proseguì dopo una breve interruzione per tutti gli anni Cinquanta, svolse un ruolo trainante nel processo d'industrializzazione. Finanziate in gran parte dallo Stato, le costruzioni ferroviarie misero in moto una richiesta per allora imponente di carbone, prodotti in ferro e altri materiali a vantaggio delle imprese minerarie, siderurgiche, meccaniche. Si trattò di un vero e proprio boom, *la cui forza d'urto si protrasse per altri due decenni, sino alla vigilia dell'unificazione nazionale."*[7]

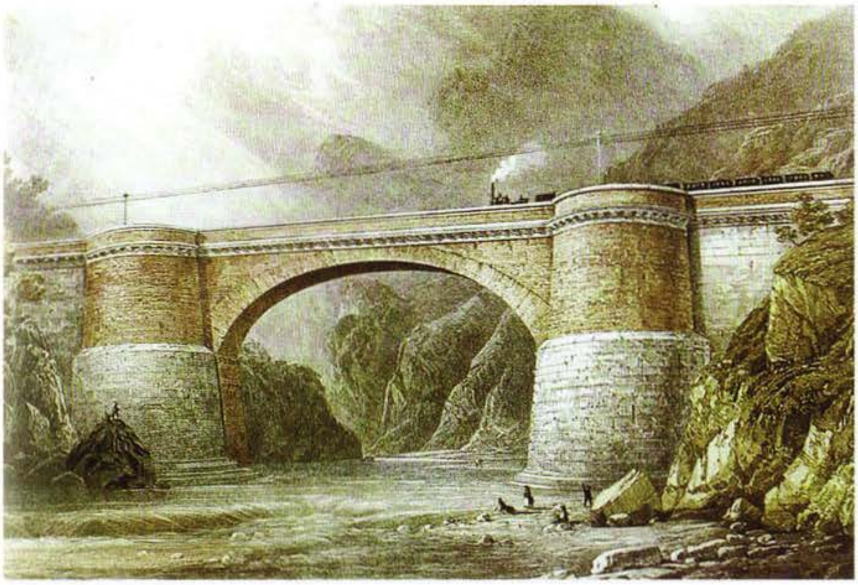
La ragione di tanto interessamento verso le ferrovie non va attribuita semplicisticamente ai vantaggi dei nuovi mezzi di locomozione per lo sviluppo dei commerci e dei traffici, oltre ovviamente alle mobilità civile, ma piuttosto al ruolo strategico che le ferrovie, facenti per lo più capo alle varie capitali degli Stati peninsulari, ebbero. A tale finalità sembra rispondere il tronco Napoli - Capua, una delle principali piazzeforti del Regno delle Due Sicilie, inaugurato nel 1844 e quello Torino - Genova: *"linea ritenuta massimamente strategica... che univa la capitale con il porto principale... varata nel 1845,* [della quale] *il governo se ne assunse il compito reputandola di grande rilievo sia sotto il profilo economico sia sotto quello po-*

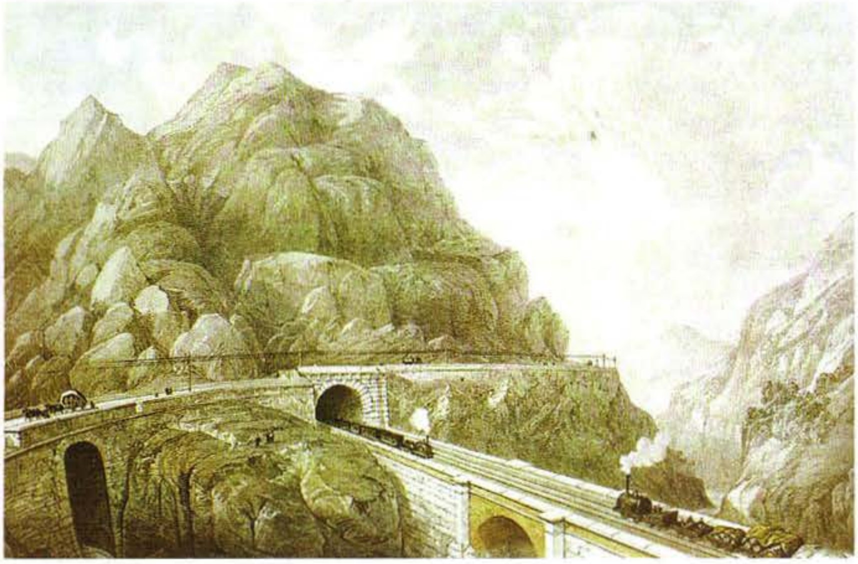
In alto: *allestimento linee telegrafiche in USA: un carro-batterie.*
In basso: *posa in opera dei fili telegrafici sugli appositi pali, in USA.*

7 Da E. SONNINO, *La rivoluzione industriale in Francia e Germania*, in *La Storia*, Verona 2007, vol. 12, p. 154.



THE OVERLAND PONY EXPRESS.—[Photographed by Savage, Salt Lake City, from a Painting by George M. Ottinger.]



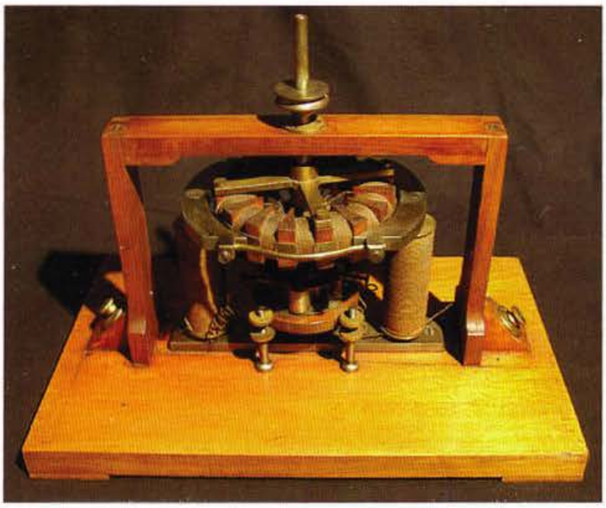


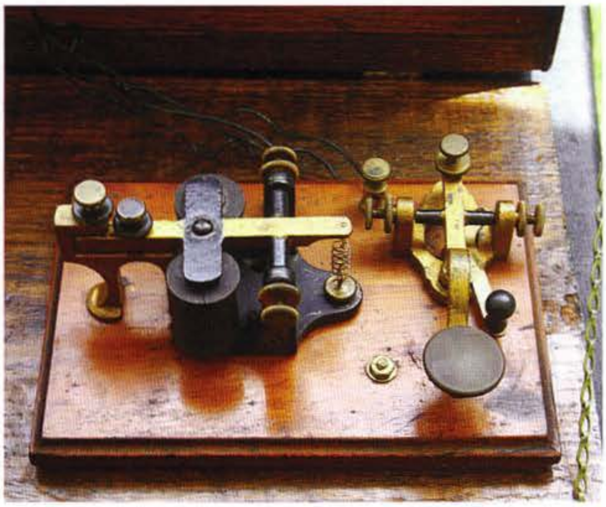
litico."[8] Discorso analogo per le linee del telegrafo elettrico la cui rilevanza strategica fu chiaramente percepita a partire dalla metà del XIX secolo. Suo tramite, infatti, era possibile a un: *"esercito in marcia di avviamento di tenersi in contatto con il quartier generale lontano semplicemente stendendo un filo durante l'avanzata. In tal modo Moltke e il re potevano controllare con esattezza i movimenti strategici su vasta scala. Si potevano inviare all'istante istruzioni a qualsiasi quartier generale subalterno che fosse collegato con un filo telegrafico."*[9]

Paradossalmente l'energia elettrica, al di là delle insostituibili utilizzazioni nelle telecomunicazioni, ultima tra le energie a essere scoperta e non essendo portatile se non nelle infime quantità racchiuse in pile o negli accumulatori, fu ritenuta limitativa non diversamente dalle antiche energie primarie. Rivestì pertanto un ruolo trascurabile nel trasporti durante il grande balzo evolutivo del XIX secolo, persino dopo l'invenzioni di efficaci motori elettrici. Che l'energia elettrica producesse effetti dinamici fu subito evidente, ma che quegli effetti potessero trasformarsi in un nuovo tipo di motore capace di pro-

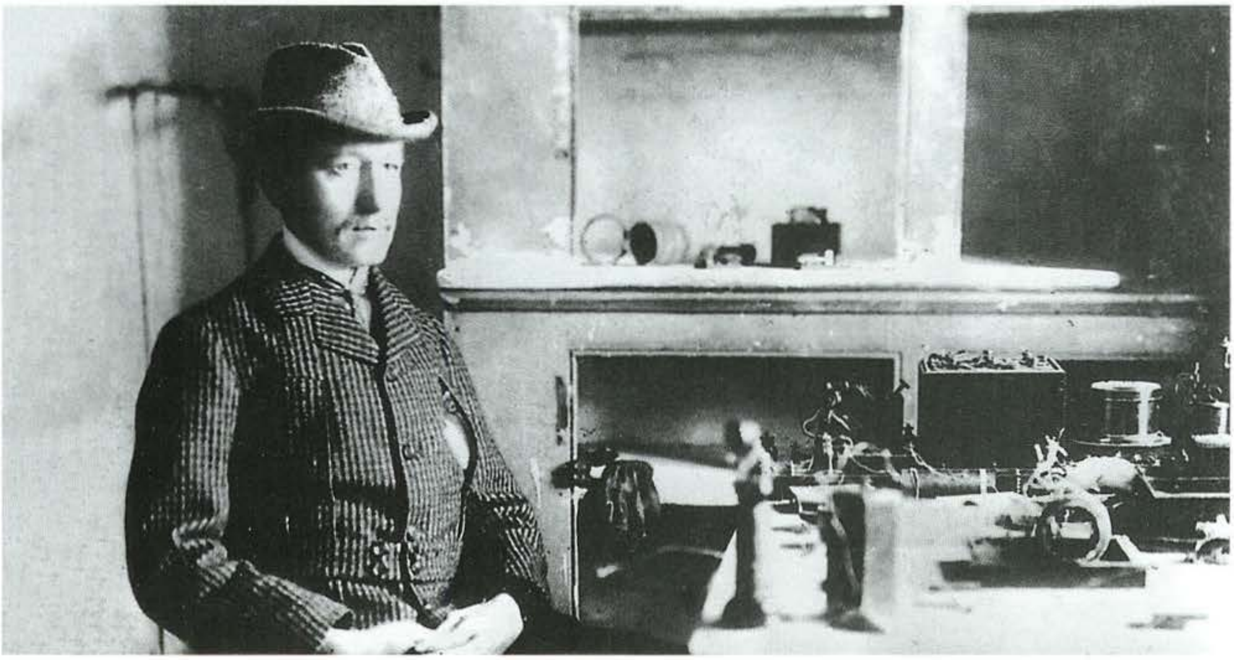
8 Da A. GIUNTINI, *Il settore dei trasporti*, in *Storia dell'Ansaldo. Un secolo e mezzo 1853-2003*, Bari 2002, p. 183.
9 Da W.H. Mc NEILL, *Caccia al potere. Tecnologia, armi, realtà sociale dall'anno Mille*, Milano 1984, pp. 205-6.

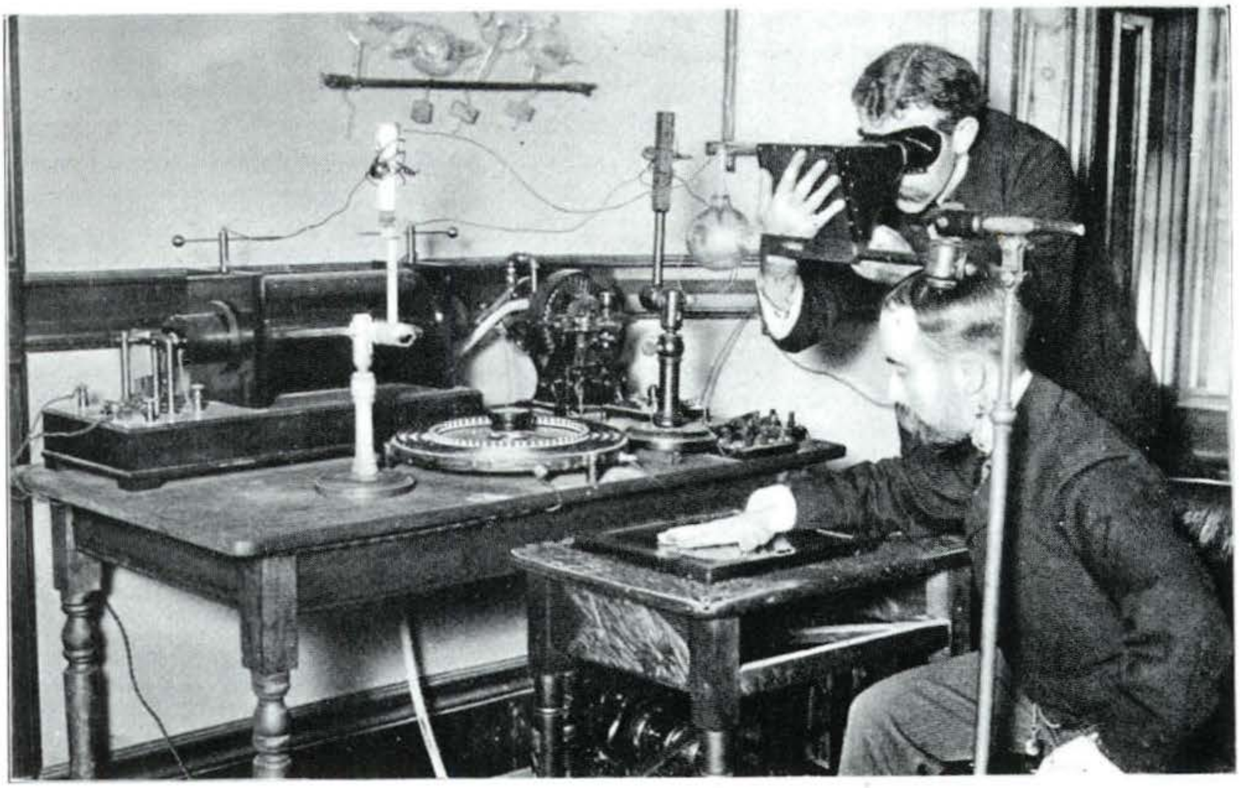
In alto: *linea Genova - Torino: Carlo Bassoli, 1853, ponte di Prarolo e galleria di Pietra Bissara.*
A fianco: *medaglia di bronzo commemorativa di Antonio Pacinotti.*
Nella pagina a destra
In alto, a sinistra: *l'anello di Antonio Pacinotti.*
In alto, a destra: *manipolatore telegrafico.*
Al centro: *apparecchio telefonico della fine del XIX secolo.*
In basso: *Marconi ritratto a fianco della sua radio.*





durre un lavoro, e sostenere la trazione di un veicolo specie se ferroviario restò a lungo una pura utopia. Chi si avvicinò di più a quell'ambizioso traguardo fu Antonio Pacinotti che, appena diciassettenne, nel 1858 iniziò a sperimentare un suo anello posto in rotazione dall'elettricità. Sebbene a buon punto con le sue ricerche, l'anno successivo le interruppe per arruolarsi volontario nella Seconda guerra d'indipendenza. Assegnato come sergente alla 2° Compagnia del Genio Militare della Divisione Toscana, non partecipò ai combattimenti, e proprio in quel periodo di ozio forzato perfezionò il suo anello. Congedato lo costruì, ottenendone risultati lusinghieri: era nato il motore elettrico, e poco dopo, nel 1862, a soli 21 anni si laureò in Matematiche applicate.





Dove l'energia elettrica s'impose, come accennato, sin dall'inizio in maniera rivoluzionaria e senza alcun concorrente, fu nelle telecomunicazioni, che a lungo sembrarono il suo unico ed esclusivo impiego. L'invenzione del telegrafo elettrico, infatti, e più tardi del telefono, della telegrafia senza fili e della radio, furono per decenni di gran lunga le più importanti e peculiari applicazioni dell'energia elettrica, tanto che la diffusione delle notizie, senza avvalersi di alcun vettore materiale, annullò le distanze! Per la prima volta nel corso della Storia, un evento poteva essere notificato all'intero pianeta in tempo reale, senza altro ritardo se non quello dovuto all'attivazione dei sistemi di trasmissione. Potenzialità questa che avrà ripercussioni persino sulla navigazione, dal momento che grazie ai segnali radio orari sarà possibile stimare la longitudine con assoluta precisione, senza affidarsi a incerti cronometri meccanici. E sempre grazie alle applicazioni 'minori' dell'elettricità, per restare nel campo delle oscillazioni elettromagnetiche, oltre a quelle con frequenze idonee per le trasmissioni radio, furono scoperte anche quelle idonee all'emissione di raggi X, che acquisteranno in breve tempo una preminenza assoluta nella diagnostica medica e non solo, in particolare nel corso della Grande Guerra.

Nella pagina a sinistra: *Guglielmo Marconi in una foto giovanile.*
In alto: *radiologi che esperimentano un impianto per raggi X.*

Terra, mare e cielo, carbone, petrolio ed elettricità

Da quanto delineato nell'arco del secolo e mezzo dell'età contemporanea, gli ambiti naturali da una parte e le fonti energetiche dall'altra formano i due assi di un piano cartesiano, che con l'aggiunta del terzo, relativo al tempo, diviene una sorta di sistema di riferimento spaziale, al cui interno si collocano le scoperte e le invenzioni. Il carbone che, come accennato, fu praticamente la principale fonte energetica dell'età contemporanea, fu anche il minerale indispensabile per la produzione massiccia di ferro e acciaio, rispettivamente metallo e lega, alla base della prima e della seconda rivoluzione industriale. Va ricordato che: *"la disponibilità di acciaio a basso prezzo, che dal 1870 in poi venne molto richiesto in tutto il mondo per la costruzione delle rotaie, era in stretto rapporto con i miglioramenti apportati nella produzione della ghisa dalla quale veniva ricavato, come pure coi procedimenti di affinazione e con lo sviluppo delle leghe di acciaio. Negli anni 1860-80 si incominciarono a costruire nell'Inghilterra nord-orientale forni che raggiungevano un'altezza di 25 metri, ma furono gli Americani che introdussero la cosiddetta 'lavorazione rapida' aumentando le dimensioni del focolare... L'acciaio al cromo per corazze e per proiettili incominciò a essere prodotto a*

scopi commerciali in Francia nel 1877. L'acciaio al manganese, temprato per immersioni in acqua dopo essere stato riscaldato a 1000°C, venne scoperto... nel 1882, e l'acciaio al nichel venne posto in commercio... nel 1888... La produzione mondiale di acciaio crebbe dalle 500.000 tonnellate del 1870 ai 28 milioni di tonnellate dell'ultimo anno del secolo."[10]

Circa il petrolio, la sua estrazione non accidentale ma tramite trivellazione, sebbene non del tutto ignota nel passato, non aveva potuto spingersi a significative profondità mancandole motori di sufficiente potenza. A partire dal 1830: *"con l'introduzione del* derrick, [torre di perforazione più robusta delle tradizionali n.d.A.] *riuscì più facile sia costruire sia usare apparecchiature più potenti per la perforazione, e a partire dal 1850 circa le macchine a vapore vennero introdotte come sorgenti di potenza. Nella prima parte del diciannovesimo secolo la trivellazione esplorativa veniva comunemente intrapresa nella ricerca sia del sale che dell'acqua e in America, tra il 1840 e il 1860, almeno quindici trivellazioni per la ricerca di sale portarono alla scoperta di petrolio; ciò spinse ...* [alla] *trivellazione con il preciso scopo della ricerca del petrolio... Benché la perforazione di pozzi per il petrolio avesse avuto inizio in Hannover nell'aprile del 1857, e nello stesso anno fossero state estratte 300 tonnellate di grezzo... in quindici anni la produzione annuale, sempre strettamente concentrata in Pennsylvania, raggiunse 1.600.000 tonnellate circa."*[11]

In breve tempo, per la sua facilità di trasporto, di stoccaggio e di travaso, unitamente all'alto potere calorifico il petrolio diverrà il combustibile della mobilità, quando al motore a combustione esterna si sostituirà,

10 Da T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale*, Torino 1968, p. 560.

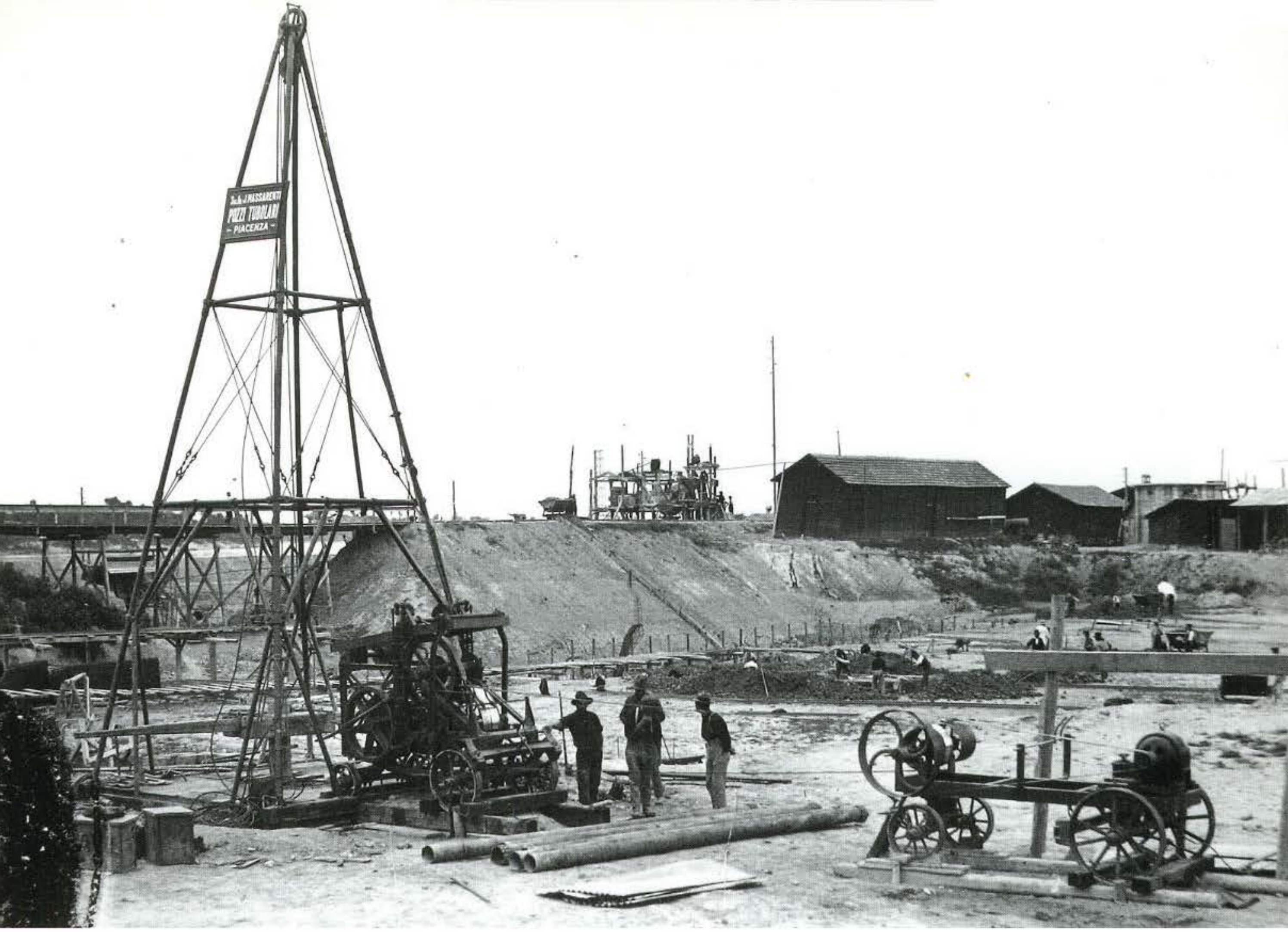
11 Da T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia...*, cit., p. 597.

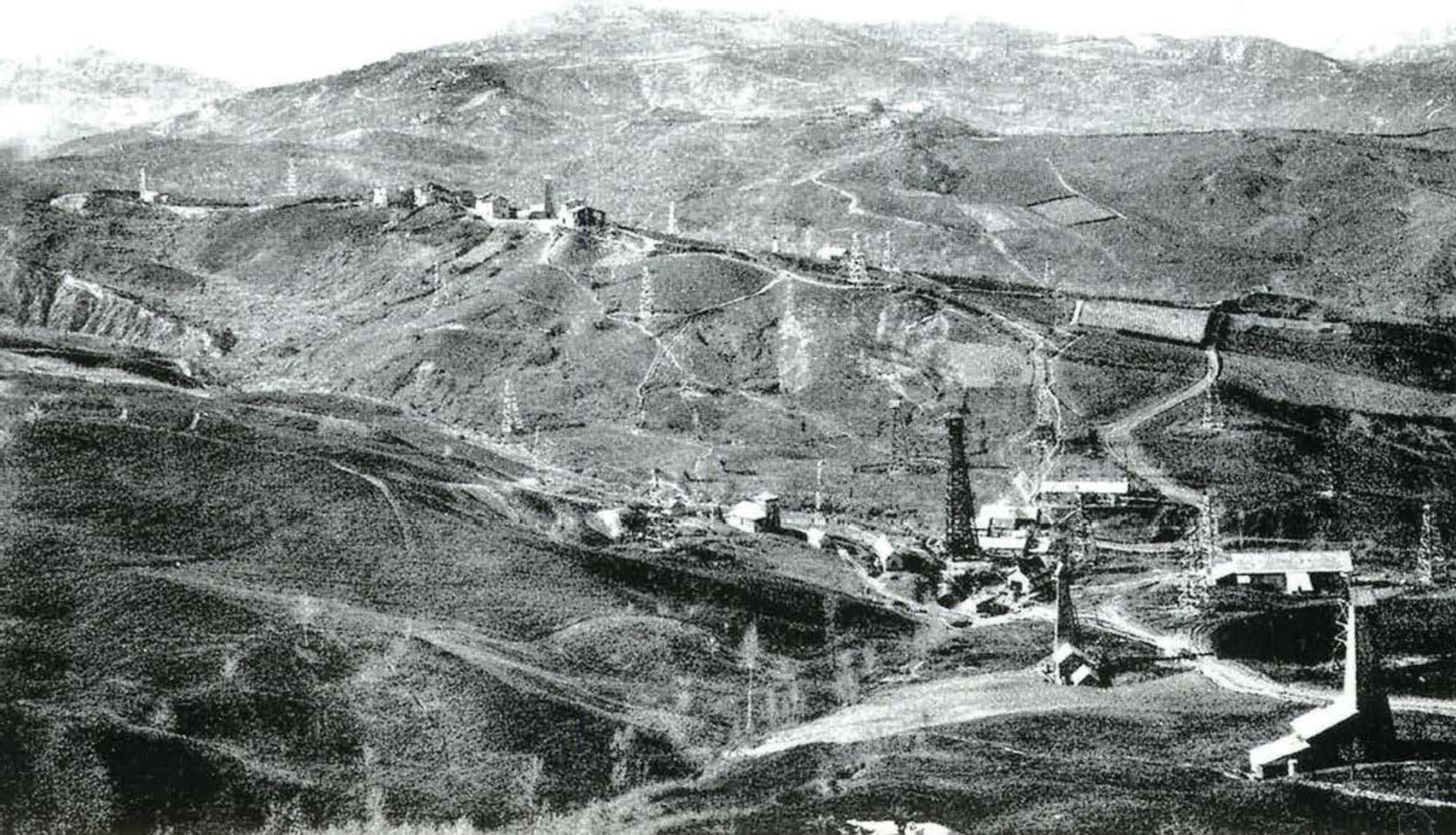
In basso: *Bagnoli, Na, i resti delle acciaierie dell'ex Italsider.*

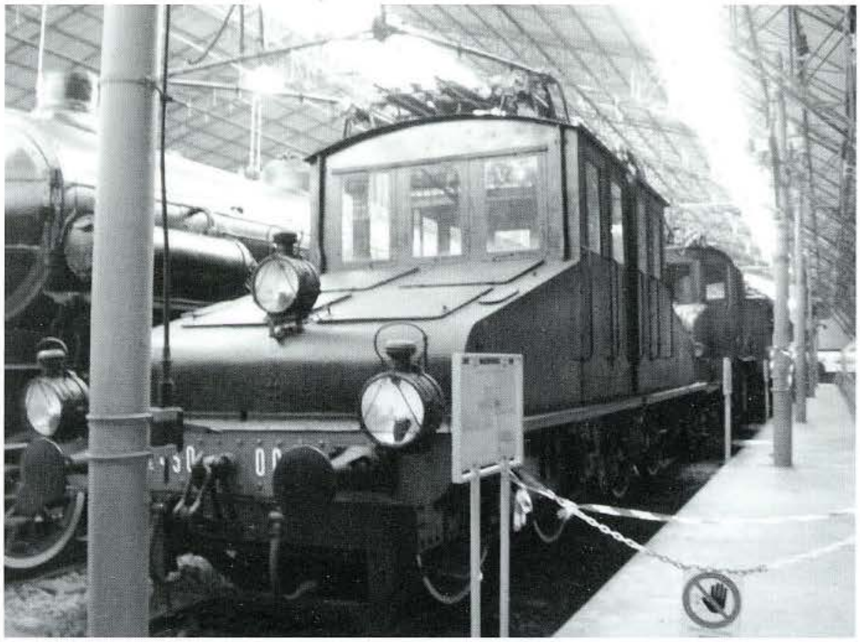
Nella pagina a destra

In alto: *Fedora, Piacenza, anni '30: torre per la trivellazione petrolifera.*

In basso: *campo Vallezza, Parma anni '30: le torri per l'estrazione petrolifera.*


POZZI TUBOLARI
PIACENZA

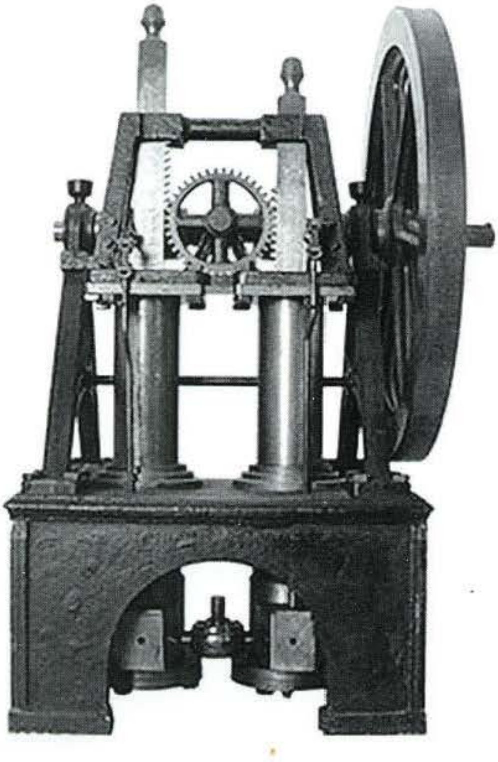




per le medie e piccole potenze, quello a combustione interna. Il primo problema di quest'ultimo, che dal punto di vista concettuale non differiva da un cannone a polvere pirica, stava nell'accensione del combustibile. Come per la polvere nella culatta fu subito chiaro che solo dall'esterno se ne sarebbe potuta provocare l'esplosione, con una sorta di equivalente del focone. Fu padre Eugenio Barsanti a tentare: *"nel 1843, di servirsi della pila di Volta per accendere con una scintilla la miscela combustibile. A partire dal 1852, lo stesso Barsanti, insieme con l'ingegner Felice Matteucci, studiò il problema delle proporzioni da rispettare nella miscela infiammabile e scoprì il ritorno a massa per l'elettricità."*[12]

L'idea della 'candela' sarà perfezionata dal belga Lenoir che realizzò nel 1859 un prototipo di motore *"ad aria dilatata per combustione di gas accesi mediante elettricità e suscettibile di sostituire il vapore come forza motrice"*. Il suo motore non differiva gran che, dal punto di vista meccanico, da uno coevo a vapore tranne che per l'aspirazione e la combustione di una miscela infiammabile, combustione ottenuta facendo scoccare una scintilla elettrica prodotta da un rocchetto Ruhmkorff, alimentato a pile. Saranno di nuovo padre Barsanti e l'ingegner Matteucci a far girare l'anno seguente un vero motore a scoppio a due cilindri alimentato a benzina, mostrandolo alla prima *Esposizione Nazionale Italiana, definita* allora *"Esposizione Nazionale di Prodotti Agricoli e Industriali e di Belle Arti"* svoltasi a Firenze nel 1861, subito dopo l'unificazione italiana.

Pur restando comunque scarso il rendimento di quel nuovo motore, sebbene di gran lunga superiore del precedente a vapore, l'assenza di caldaie, condensatori, ciminiere, carboniere e serbatoi per l'acqua, lo resero preferibile per l'autotrazione e poi per tutti i mezzi di locomozione su strada. Il carbone, infatti, lentamente cesserà di monopolizzare la propulsione di navi e treni, ma resterà, fino a oggi, il combustibile più economico per la produzione di energia elettrica, in particolare dopo che, per l'accresciuta domanda, le centrali termo-elettriche diverranno colossali. E

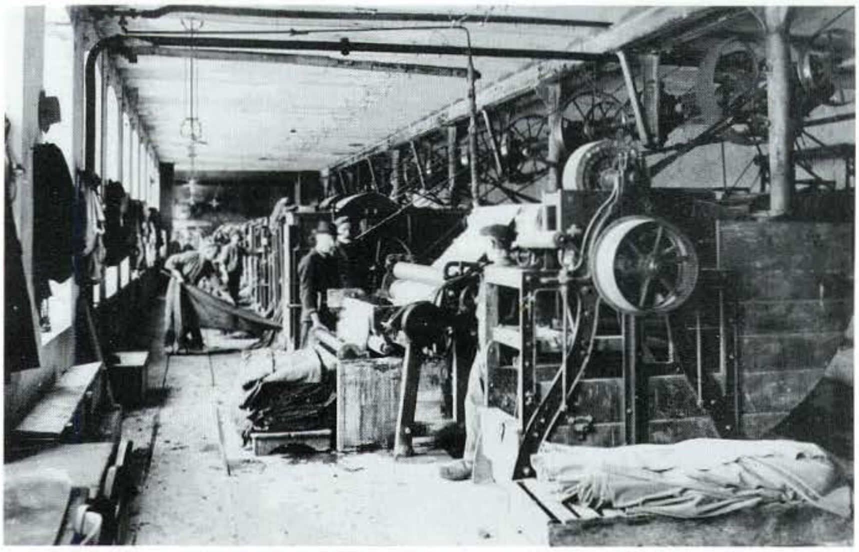


In alto: *la prima locomotiva elettrica FS E.430.*
In basso: *il motore a scoppio Barsanti Matteucci.*

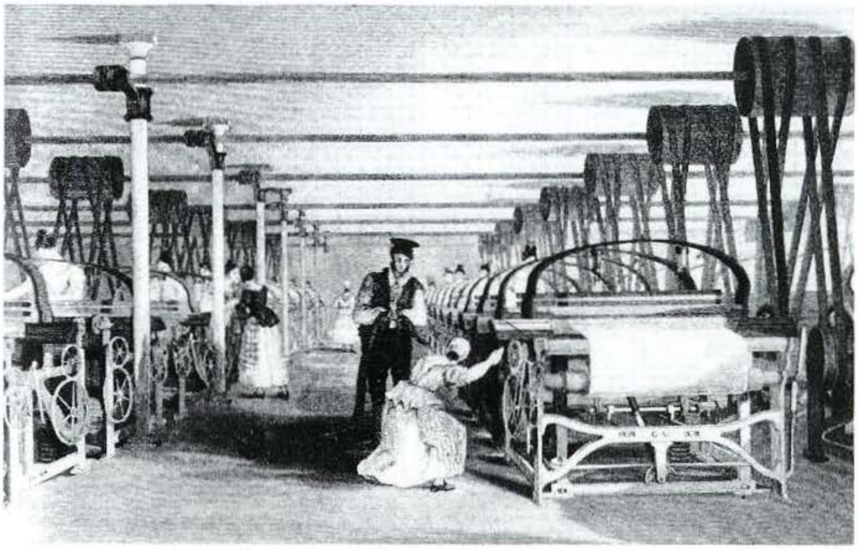
Nella pagina a destra
In alto: *fabbrica con linee di trasmissione energetiche con cinghie per le varie macchine.*
Al centro: *fabbrica tessile azionata da un paio di grandi motori a vapori con numerose cinghie di trasmissione alle varie macchine.*
In basso: *baracche di montagna realizzate dagli Alpini nella prima guerra mondiale.*

12 Da B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma 1985, p. 427.

adottando una rete di alimentazione fissa, dopo le iniziali promettenti sperimentazioni, l'impiego dell'energia elettrica si imporrà nella trazione ferroviaria, con esiti estremamente vantaggiosi anche sotto il profilo della salubrità dell'aria respirata dai passeggeri.



Le due peculiarità tecnologiche dell'età contemporanea appena delineate, mobilità rapida di uomini e merci, e trasmissioni in tempo reale di segnali e notizie ammettono un unico fattor comune: la velocità che diverrà per molti aspetti l'essenza del XX secolo, nel bene, e nel male, portandosi dietro quale variabile dipendente, l'esasperazione del profitto. La dinamica del: *"profitto entra in scena senza farsi notare, e incomincia silenziosamente a costituire il criterio di tutte le scelte: una cosa si fa 'se rende'. Nei conti si cerca di minimizzare le spese e di aumentare, le entrate; tutto questo porta, lentamente, alla quantizzazione di ogni grandezza materiale e morale, in funzione di un solo fattore: il denaro. Ad esempio, essendo le macchine a vapore di grande potenza più economiche di quelle di piccola potenza, l'industria vedrà decrescere e languire le piccole imprese a vantaggio di quelle grandi, che possono sfruttare meglio il nuovo trovato. La concentrazione in un solo apparato motore della potenza prima distribuita su unità più piccole* [per lo più da un unico lungo albero azionante con numerose cinghie le singole utenze, sistema che alla convenienza economica associava altissimi rischi per le maestranze. n.d.A.] *risponde alla tendenza verso più elevati ren-*



dimenti. Altro esempio: appena incomincerà la produzione di serie, l'artigiano si troverà sottoposto a un lungo e inesorabile assedio, perché i prodotti di fabbrica batteranno sempre sul prezzo i prodotti artigiani."[13]

Ad accelerare ulteriormente le prestazioni contribuirono, ben oltre la rivoluzione industriale, i due grandi conflitti mondiali, oggi da molti storici reputati un'unica guerra con un armistizio intermedio ventennale. Pertanto l'ambito cronologico compreso tra la sconfitta di Napoleone e oggi, può essere frazionato da quelle due tragedie mondiali in tre periodi, che non possono riguardarsi alla stregua di una mera suddivisione scolastica, rappresentando in maniera vistosa le tre distinte fasi del progresso in età contemporanea.

La prima che si protrasse per quasi un secolo, dal Congresso di Vienna all'inizio della Grande Guerra, ne fu di gran lunga la maggiore, caratterizzata dall'istaurarsi della produzione in serie, dalla meccanizzazione e dalla motorizzazione nei tre ambiti naturali. Più breve la seconda, lunga appena un trentennio tra l'esplodere della prima guerra e il concludersi della seconda, a sua volta scandita dai grandi sviluppi tecnologici, le cui premesse si erano intraviste nel periodo precedente. All'affermazione della mobilità, infatti, si unirono anche quella della fotografia e delle trasmissioni radio pubbliche, che almeno all'inizio fornirono, ciascuna con le proprie specificità, informazioni e notizie più aderenti alla realtà per contiguità temporale e raffigurazione ambientale. E fu in quel contesto che prese l'avvio l'emancipazione femminile, imposta dalla improcrastinabile necessità di sostituire in qualsiasi loro attività gli uomini, che in numero di circa 70.000.000 vennero arruolati in tutte le nazioni belligeranti. Le donne, con abbigliamenti meno assurdi di quelli in voga sul finire dell'800 e di gran lunga più pratici, lavorarono perciò ai torni degli stabilimenti che producevano proietti, alle catene di montaggio delle fabbriche di autoveicoli, alle macchine per cucire delle aziende tessili che confezionavano uniformi.

In alto: *il Congresso di Vienna in una raffigurazione contemporanea.*

Nella pagina a destra

In alto a sinistra: *ragazze che mostrano i proietti da loro realizzati.*

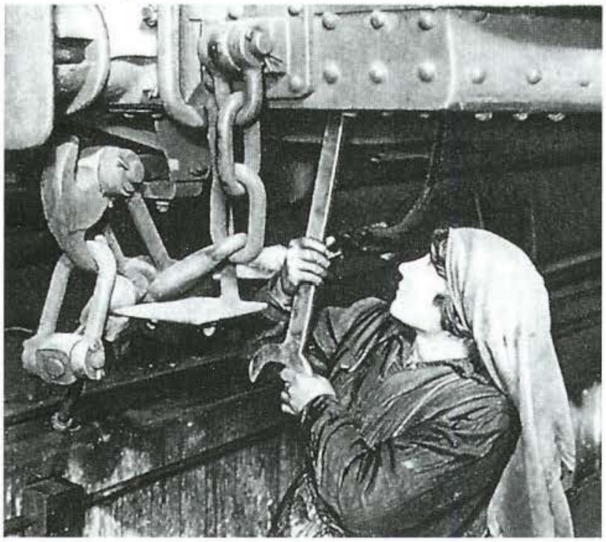
In alto a destra: *donne impiegate nel lavori dei campi ormai senza più uomini.*

Al centro: *giovane operaia intenta alla manutenzione di una locomotiva.*

Al centro: *donne operaie in una fabbrica di munizioni per artiglieria.*

In basso: *giovane operaia al tornio.*

13 Da A. MONDINI, *Storia della tecnica*, vol. III..., cit., p. 184.



EXPLOSION

Ed è emblematico che: "*la presenza di nuove figure sociali nel lavoro di fabbrica, ossia di una classe operaia nuova per sesso, età, qualificazione professionale fu un fenomeno abbastanza generalizzato e per lo più cospicuo, avvertito - specie per quanto riguarda le donne - come un forte elemento di novità. In Germania la percentuale delle donne sulla classe operaia industriale crebbe dal 22% del luglio 1914 al 35% del luglio del 1918. In Gran Bretagna dal 26% del luglio 1914 al 35% del luglio 1918 (con un aumento in cifre assolute nel solo settore metallurgico da quasi 18.000 a più di 400.000). In Italia le donne costituivano, al momento dell'armistizio, il 22% delle maestranze occupate negli stabilimenti di guerra, raggiungendo la cifra di quasi 200.000 unità nel settore delle industrie ausiliarie, militari e comunque dedite alla produzione di armi e munizioni. In Francia la percentuale delle donne occupate negli stabilimenti industriali e commerciali passò, secondo un'inchiesta del Ministero del Lavoro, dal 32,8% prima della guerra al 40,5% del luglio 1918... Quel che più conta è che per larga parte si trattava di manodopera non precedentemente inserita nel settore siderurgico e meccanico (quello che registrò l'aumento più consistente) spesso nuova al lavoro di fabbrica quando non al lavoro extradomestico tout court.*"[14] Altre donne ancora condussero per alcuni anni treni e tramvai, automobili e camion, dimostrandosi perfettamente idonee in tutti quei ruoli, a torto, reputati tradizionalmente maschili, sancendo così il debutto della nostra società attuale.

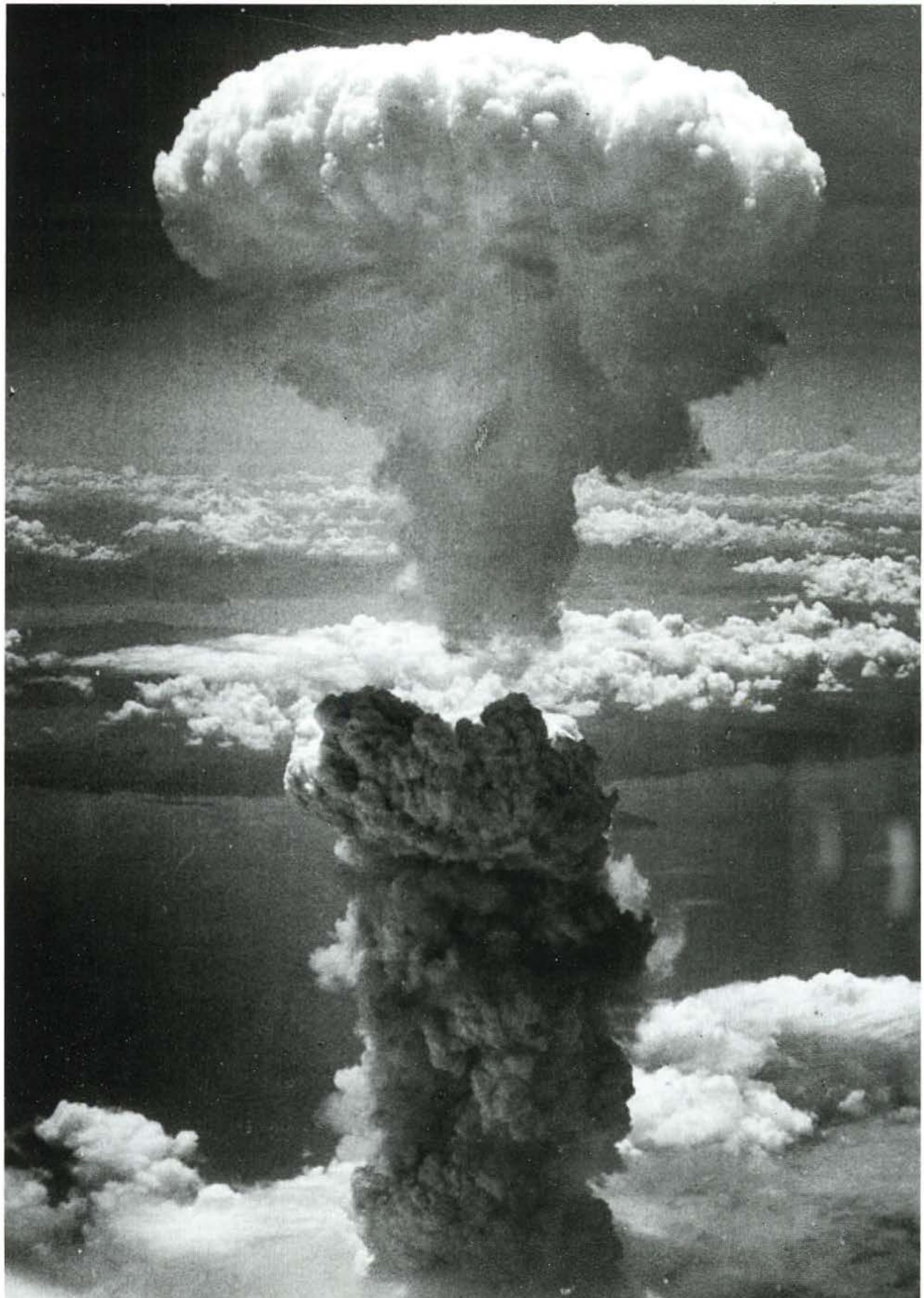
La terza fase, infine, inizia al cessare delle ostilità dell'ultimo conflitto e si protrae a tutt'oggi, e vede il trionfo della tecnologia in generale e di quella informatica in particolare. Per molti aspetti, delle tre, è la più contraddittoria, povera di certezze e ricca di perplessità, conseguenze della sua assoluta originalità priva di qualsiasi precedente tecnico o sociale. L'elettronica, ad esempio, affrancherà gli operai dall'ottusità dei lavori ripetitivi, ma ne accentuerà lo sfruttamento piegandoli ai ritmi disumani delle macchine; l'energia nucleare prometterà energia pulita in abbondanza, ma ogni suo incidente si trasforma in catastrofi allucinanti e irreparabili, smentendo coi fatti quella convenienza; l'incremento di produzione, a sua volta, sempre più spesso verrà ottenuto a spese dell'ambiente, fornendo le premesse per danni ambientali colossali con conseguenze micidiali per la salute. E se la vita media durerà di più in Occidente, si incrementerà a dismisura la fame nel mondo, per le eccessive sperequazioni esenti da qualsiasi limitazioni; la pace che le immani ecatombe e le atrocità infinite dei due conflitti avrebbero dovuto imporre, si ebbe ma soltanto per la presenza di un'arma in grado di annientare la vita sul pianeta, nel frattempo costruita in gran numero.

Nelle pagine precedenti: *ragazze al lavoro in una fabbrica di proietti d'artiglieria.*

In basso: *ciminiere di una centrale termonucleare.*

Nella pagina a destra: *il fungo atomico, causato da "Fat Man" su Nagasaki, che raggiunse i 19 km di altezza, 9 agosto 1945.*

14 Da A. GIBELLI, *La "Grande Guerra", snodo di due epoche*, in *La Storia*, Verona 2007, vol. 12, p. 746.

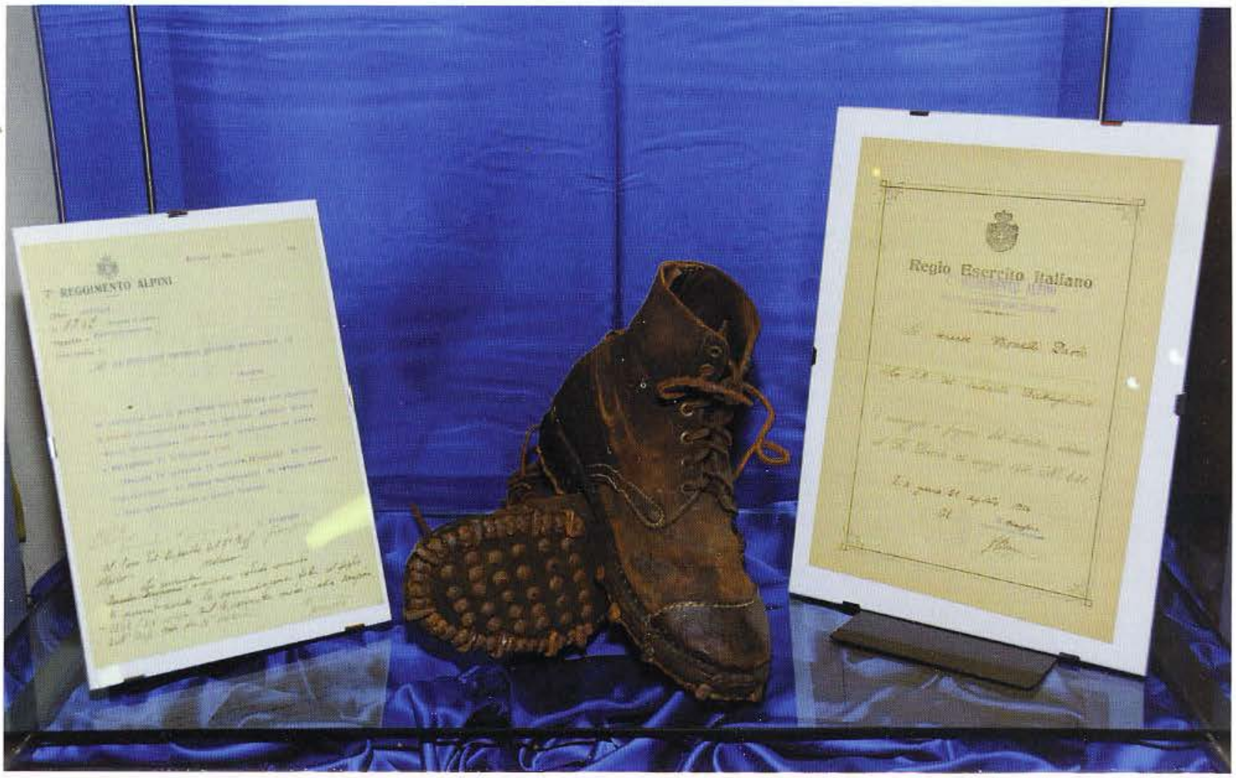


Prima e seconda rivoluzione industriale

Alla diversa consistenza cronologica delle tre fasi non corrisponde, come appena accennato, una simmetrica rilevanza della relativa creatività e dell'evoluzione tecnologica. Anzi, paradossalmente, la loro massima estrinsecazione si ebbe proprio in quella più breve! Questa apparente contraddizione è, invece, la tangibile dimostrazione del ruolo propulsivo svolto in materia dalla guerra e, per ovvia conseguenza, del ruolo trainante della tecnologia militare al di là di ogni considerazione etica: non è, logicamente, l'apologia dei conflitti ma la constatazione dell'unico apporto positivo scaturente della violenza organizzata ai massimi livelli. Nessuna meraviglia, perciò, che un paio di anni dopo la conclusione della Grande Guerra, la società occidentale risultava già talmente modificata da ostentare ben poche analogie con quella di appena un decennio precedente: a una popolazione in gran parte contadina e artigiana, coi suoi ritmi arcaici e la sua produzione modesta e manuale, se ne era sostituita un'altra urbanizzata e industriale dai ritmi frenetici e la sua produzione massiccia e meccanizzata, afflitta da un nascente consumismo. A una società patriarcale e autarchica se ne era sostituita una più energica e volitiva formata da uomini più consapevoli e donne più emancipate. Trasformazione che si approfondirà e divaricherà ulteriormente nel secondo dopoguerra, quando dei due modelli di sviluppo il più antico svanirà definitivamente. Due mondi quindi, che se pure non 'l'un contro l'altro armato' non per questo non fecero vittime, prima fra tutte la vecchia dinamica produttiva e sociale, certamente in maggiore equilibrio colla natura, ma incapace di eliminare le sue ampie sacche di povertà interna e di precarietà esistenziale dai contorni squisitamente medievali. La lotta all'ignoranza ne divenne la principale connotazione distintiva e l'ambizione di attenuarla ad ogni costo l'obiettivo fissato sin dalla nascita della giovane Nazione italiana. All'indomani della sua unificazione, infatti, l'analfabetismo abbracciava quasi il 72% della popolazione maschile e l' 84% di quella femminile, e nonostante il forte impegno dello Stato mezzo secolo dopo, per l'esattezza nel 1911 quasi alla vigilia della prima guerra, quel triste primato europeo era sceso soltanto al 43% per i maschi ed al 50% delle femmine! Si trattò comunque di una rivoluzione culturale che vide la Nazione capofila di una lotta dichiarata, sia pure con gravità enormemente inferiori, anche negli altri Stati occidentali. Una rivoluzione che per varie finalità e mezzi sembra saldarsi con la più antica industriale almeno nella sua più attuale interpretazione.

Va osservato, infatti, che la cosiddetta rivoluzione industriale fu in realtà piuttosto una improvvisa e brusca impennata della evoluzione tecnologica, al punto da provocare una soluzione di continuità col suo andamento precedente, conseguenza innescata dal radicale miglioramento dei processi di produzione, i cui prodromi si ravvisano appunto sul finire del '700. La logica sottesa al fenomeno potrebbe sintetizzarsi in un aforisma: produrre al massimo, nel minor tempo e al minor costo! Impostazione che risponde alla logica del mercato, alla domanda che pure al contempo incrementa, incentivando così la nascita di nuove imprese e nuovi prodotti, in una spirale montante di domanda e offerta. Tra le concause di quest'ultima, spicca l'enorme richiesta imposta dagli equipaggiamenti e dagli armamenti degli immensi eserciti nazionali post-rivoluzionari, che con le loro masse di coscritti determinavano esigenze per varietà e, soprattutto, per quantità prive di precedenti. Fu il caso delle uniformi, domanda che per essere soddisfatta richiese il formarsi di un grande comparto tessile, che andava dalla produzione delle fibre alla loro filatura, tessitura e confezione in milioni di esemplari; fu il caso delle armi che per poter essere costruite nella quantità necessaria imposero un forte incremento delle attività minerarie, di quelle siderurgiche e di quelle industriali, tutti settori interdipendenti per la fornitura di milioni di fucili, di sciabole e baionette; fu il caso delle calzature, che sebbene non ancora ortopediche, cioè con le scarpe destra e sinistra uguali, implicarono la concia di ettari di pellami per la confezione di diversi milioni di esemplari: basti pensare che ogni soldato delle Armate di Napoleone riceveva tre scarpe all'anno, due da calzare e una di riserva! Per non parlare della nostra Grande Guerra che richiese la produzione di ben 42.000.000 di paia di scarpe: il cuoio delle loro suole ammontava a oltre 3 kmq, il doppio della superficie dello Stato Vaticano!

Il rapido aumento della produzione nei settori tessile, siderurgico e manifatturiero in generale, richiese, ovviamente, oltre agli ingentissimi quantitativi di materie prime, schiere crescenti di operai, alimentate dalla fuga in massa dall'agricoltura. Vasti terreni abbandonati si mutarono perciò in incolte sterpaglie, situazione ulteriormente aggravata dalla lunga durata della ferma obbligatoria, imposta dal maggiore addestramento necessario per il maneggio delle nuove armi. E se le derrate alimentari non scarseggiarono in maniera preoccupante negli anni successivi, fu soltanto perché l'introduzione di più razionali tecniche di coltivazione garantì raccolti tanto superiori da consentire persino un inedito utile in denaro dalla loro vendita. Una trasformazione tanto profonda e



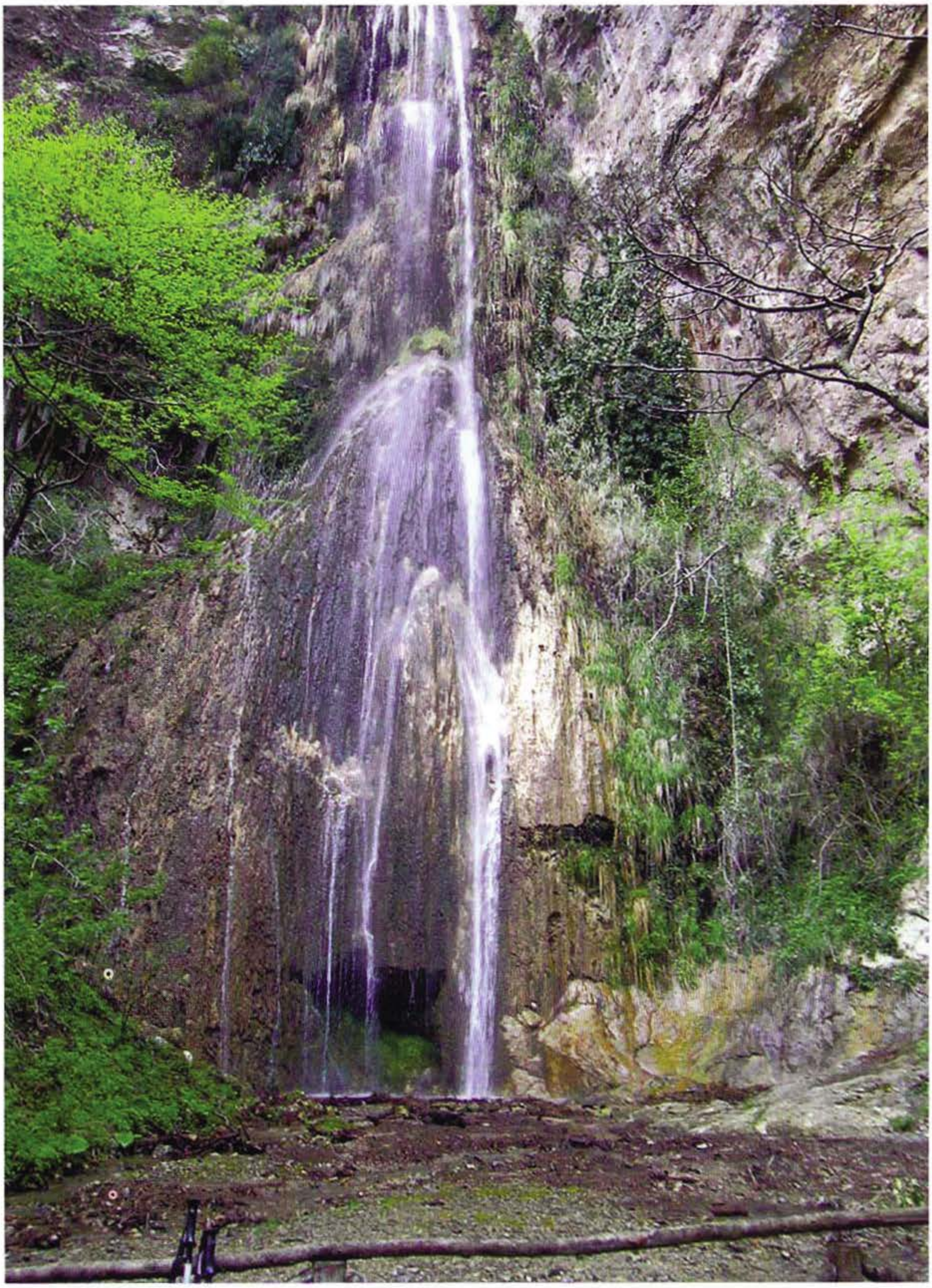
tanto rapida, tuttavia, non poteva non provocare squilibri di vasta rilevanza sociale, ben evidenti anche in urbanistica, con la aggregazione di squallide e malsane periferie costipate di abitazioni operaie di infima qualità, regno della miseria e della promiscuità.[15]

15 A fornire una vaga idea di quegli inferni urbanistici basta questa descrizione del 1845 redatta da Engels nel suo libro *La situazione della classe operaia in Inghilterra* che così scriveva:" [A Manchester] singole schiere di case o gruppi di strade sorgono qua e là, come piccoli villaggi, sul nuovo suolo d'argilla, su cui non cresce nemmeno l'erba; le strade non sono né pavimentate né servite da fognature, ma ospitano numerose colonie di maiali chiusi in piccoli recinti o cortili, o vaganti senza restrizione per il vicinato... dovunque il programma costruttivo dell'età precedente aveva lasciato un briciolo di spazio, si sono aggiunte altre costruzioni finché non è rimasto tra le case un pollice di terreno dove si possa ancora costruire...".
Quanto alle case nel 1838 così le descriveva l'*Assistant Commissioner's report*: "Molte di esse sono le peggiori che si possano immaginare, del tutto sprovviste di fognature comuni. Le case sono generalmente a due piani: le fondazioni furono spesso posate sulle zolle erbose e sul terreno vegetale, e non v'è alcuna ventilazione tra i pavimenti dei locali di abitazione e il terreno non drenato che sta immediatamente sotto; la pavimentazione stradale è del tipo più miserabile, spesso composta di rifiuti terrosi e molli e polvere di mattone impastata di umidità. L'acqua si apre le sue vie sotto le case e unita ai liquami che escono dai pozzi neri frequentemente esce fuori con vapori nocivi e questo avviene nelle stanze di soggiorno." Da L. BENEVOLO, *Storia dell'architettura moderna*, Bari 1966, vol. I, pp. 99-100.

Il primo problema scaturito dagli aumenti esponenziali della produzione derivò dagli spostamenti: dal momento che i luoghi di fabbricazione e di smercio non potevano coincidere, non fosse altro per l'esigenza di avvalersi ancora del corso dei fiumi come forza motrice, occorreva che le materie prime necessarie alle industrie, i loro manufatti e le stesse maestranze che li realizzavano fossero quotidianamente trasferiti con un percorso centripeto al mattino e centrifugo la sera. La costruzione di un grande centro siderurgico con i suoi colossali altiforni, per quanto complessa e onerosa era enormemente più semplice che farvi affluire il minerale ferroso e il carbone e, soprattutto, farvi uscire i vari prodotti e semilavorati. Se i primi, infatti, in via meramente teorica avrebbero potuto raggiungere i siti più impervi nei basti dei muli o nei carri, trattandosi di materiali incoerenti, i secondi per i loro pesi e dimensioni non consentivano analoghe soluzioni, implicando reti di smistamento adeguate, idriche e terrestri.

Discorso analogo per tutte le altre produzioni, che difettando tali infrastrutture dovettero rinunciare a evolversi oltre la fase pre-industriale, finendo in breve annientate dalla concorrenza. Emblematico al riguardo il caso di Amalfi, paesino oggi celebre per le sue bellezze artistiche e paesaggistiche. Eppure dal Medioe-

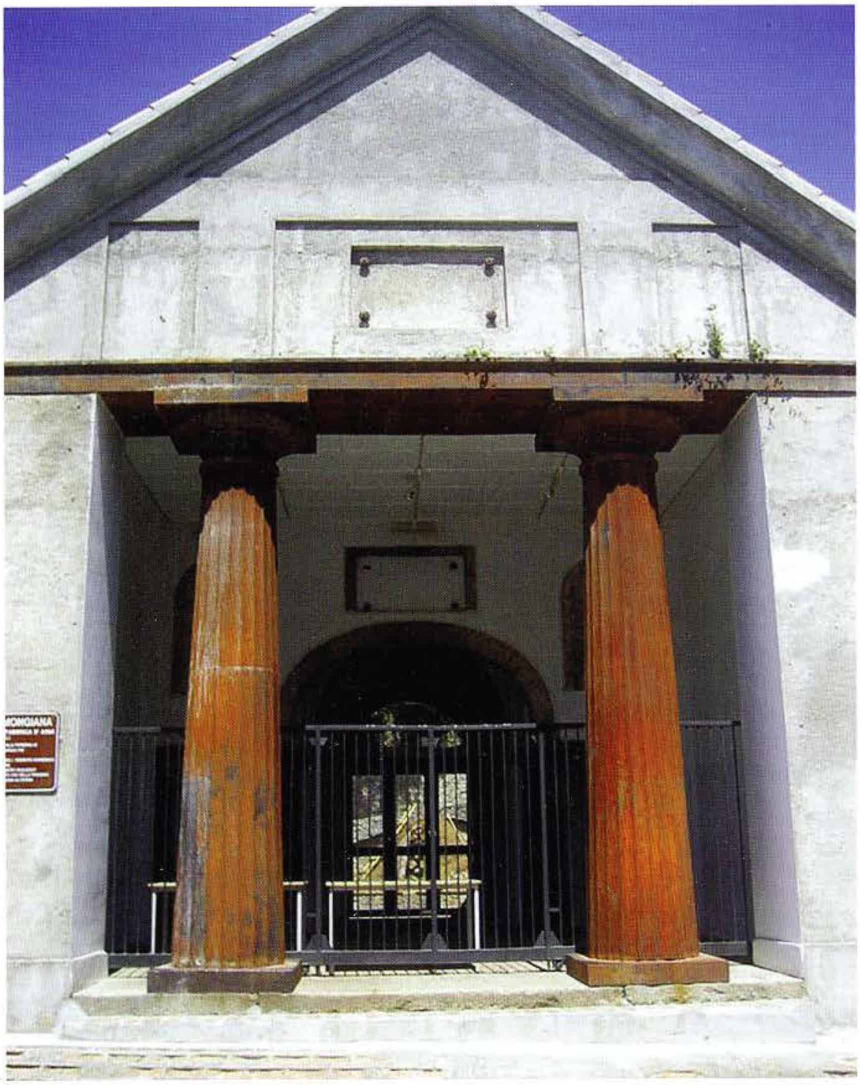
In alto: *scarponi militari della Prima guerra mondiale.*



vo all'Età moderna ebbe un gran numero di cartiere, di ferriere e cantieri navali tutti alimentati energeticamente dal corso del torrente Canneto, lungo la cosiddetta Valle dei Mulini: nessuna di quelle attività però riuscì a sopravvivere a lungo dopo l'inizio del XIX secolo per mancanza di spazio e, più ancora, di una adeguata strada. Senza dubbio la carta che gli artigiani amalfitani approntavano in piccole quantità nella ex Repubblica Marinara si confermava di gran lunga migliore di quella che le grandi cartiere producevano all'ingrosso, ma

mai, anche trascurandone il suo maggior costo, avrebbe potuto soddisfare la richiesta persino del solo Regno di Napoli per il crescente bisogno imposto dalla burocrazia e dalla cultura. Quantitativi, peraltro, non solo inconciliabili con l'angustia dei luoghi e con l'arcaicità degli impianti, ma resi ulteriormente onerosi dalla rozzezza dei trasporti a dorso di mulo, o in piccole barche.

Discorso persino più frustrante per gli stabilimenti siderurgici come, ad esempio, quello di Mongiana, il rilevante complesso siderurgico calabrese sviluppatosi

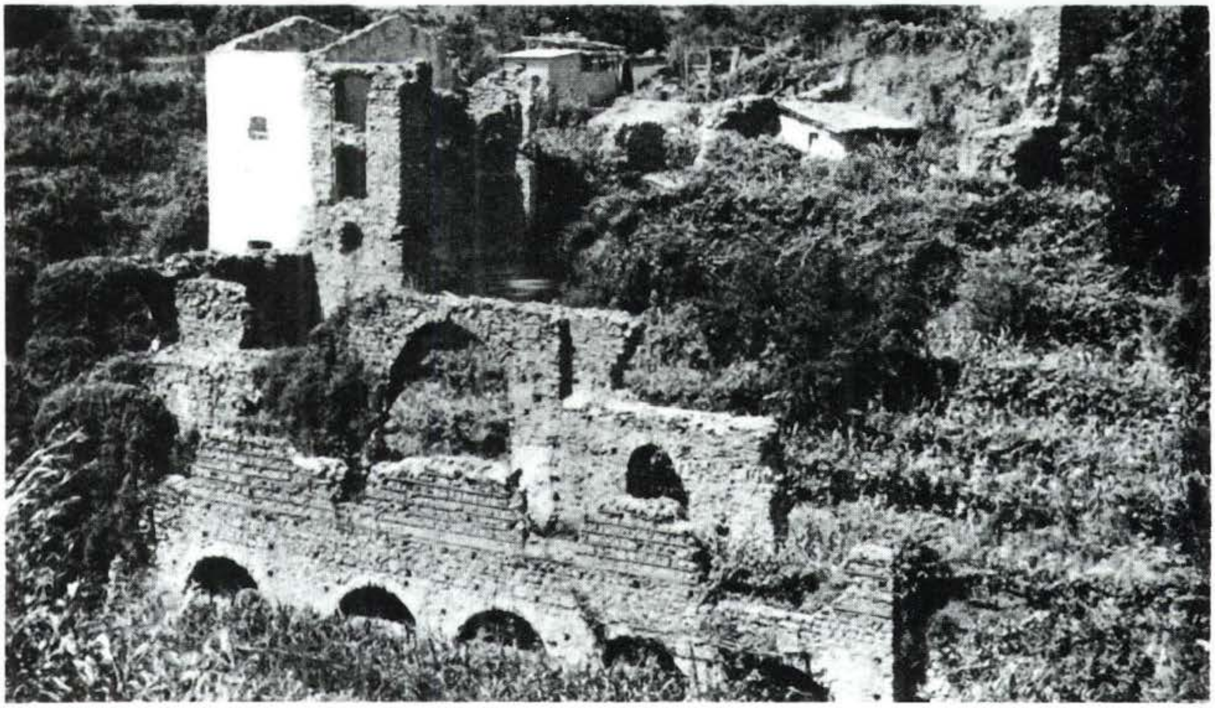


da un più antico impianto minerario-siderugico. Per la sua modestia, la produzione risultò inizialmente agevolata dalla compresenza del minerale, del combustibile e della forza motrice, traendosi il primo da rudimentali gallerie da mina, il secondo, necessario agli altiforni, dalla carbonizzazione della legna dei boschi circostanti, impietosamente sacrificati, e il terzo, l'indispensabile forza motrice, dai tanti torrentelli limitrofi. Il ferro ottenuto, grazie alla bontà del carbone e alla magistrale lavorazione, godeva ottima reputazione, al pari delle armi che se ne ricavavano: due purtroppo gli inaggirabili limiti che determinarono la cessazione dell'attività. Ottenere quel carbone implicava il taglio dei boschi che, anno dopo anno, obbligava a estendere il suo raggio: soluzione che al di là del danno ambientale, finì per renderne troppo costoso il trasporto, aumentando a dismisura la distanza tra le carbonaie e gli altiforni e, per conseguenza, il prezzo del ferro. Le quantità che venivano prodotte, poi, restarono sempre scarse e non potettero mai contare un adeguato sistema di trasporto fino al mare, dove peraltro non esisteva alcun porto realmente degno di tale nome. Il polo siderurgico, perciò, si estinse poco dopo l'unificazione italiana, schiacciato dalla concorrenza, nonostante l'indubbia capacità delle sue maestranze e la bontà del suo prodotto. Quanto all'inquinamento prodotto da tali impianti, quello: *"dell'aria e dell'acqua fu considerato inevitabile; essendo la sua azione cumulativa, agli inizi si era ben lontano dall'assumere le dimensioni spaventose che ha oggi. L'uomo dell'Ottocento lo accettava come un piccolo prezzo da pagare al progresso, e non se ne preoccupava molto."*[16]

Nelle pagine precedenti
A sinistra: *scala, Sa, la cascata della Valle dei Mulini che alimentava con la sua acqua le cartiere e la ferriera.*
A destra: *veduta pittorica della Valle dei Mulini tra Scala e Amalfi.*
In alto *ingresso della Reale Fabbrica di Armi di Mongiana.*
In basso: *la cartella di un fucile prodotto dalla fabbrica di Mongiana.*

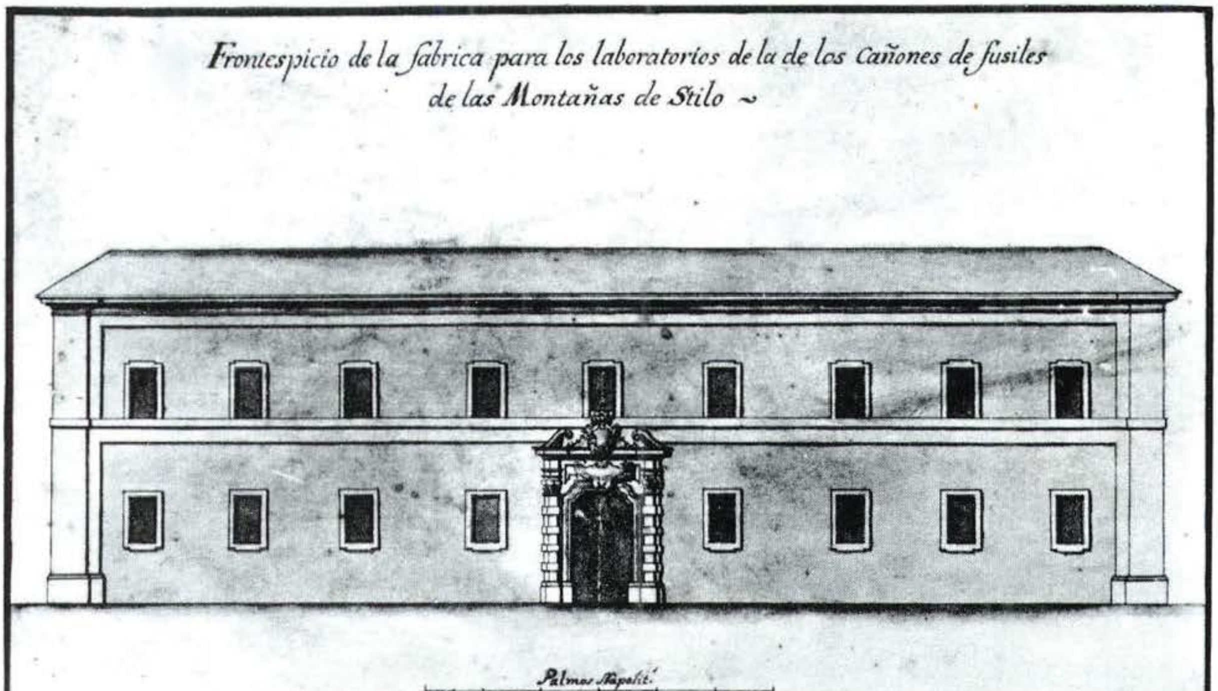
16 Da A. MONDINI, *Storia della tecnica*, vol. III..., cit., p. 194.

Nella pagina a destra
In alto: *ruderi della Fonderia di Mongiana.*
In basso: *prospetto della Fabbrica di Cannoni e Fucili di Stilo.*



Vapore, ferro e carbone

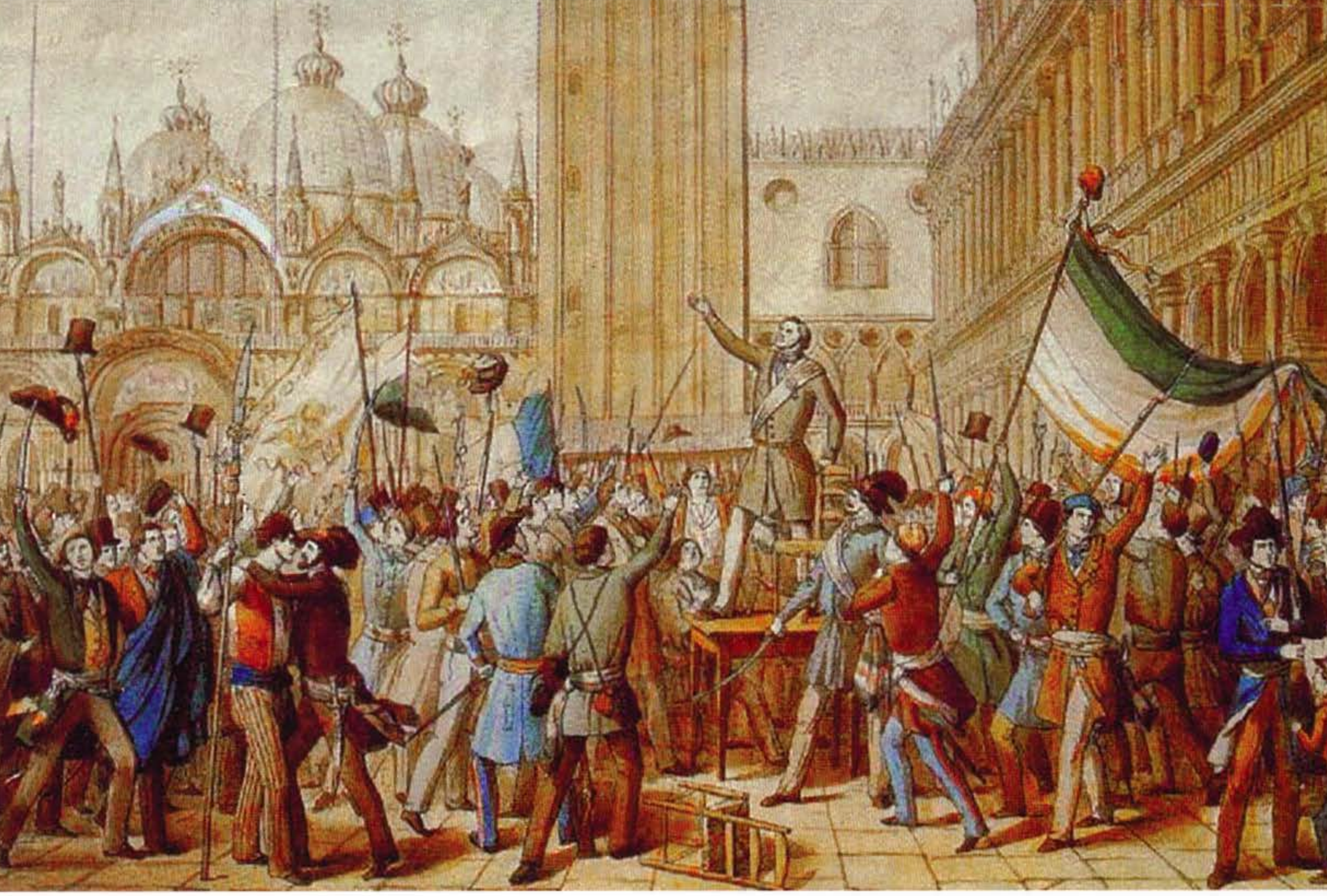
L'adozione della macchina a vapore affrancò l'industria dall'adiacenza ai fiumi, accentuando per contro quella alle miniere di carbone, per cui la simbiosi ottimale per gli impianti siderurgici fu data dalla concomitante presenza di miniere di carbone e di ferro: il carbone serviva anche a produrre la forza motrice nelle prime macchine a vapore per l'industria. I fiumi, tuttavia, non persero affatto la loro attrattiva dimostrandosi insuperabili come vie d'acqua per lo smercio dei prodotti, che per lo più su chiatte raggiungevano il mare e, di lì, ogni possibile destinazione. Quale fosse l'importanza di tale modalità di trasporto lo certificano le Nazioni che avvantaggiate dalla adiacenza delle miniere di ferro e



carbone, ma non da quella di un corso d'acqua, aprirono spesso dei canali di raccordo. Nel nord Europa tale aggregazione divenne precipua, costituendo la culla della rivoluzione industriale. Quanto all'accennata rivoluzione tecnologica che ne fu la causa e l'effetto, caratterizzando l'intero XIX secolo, è agevole riscontrarne una cesura fra il suo insorgere nella prima metà del secolo e l'esplodere nella seconda, tanto da far affermare ad alcuni storici del settore che, in realtà, vi fu, proprio a partire dal 1850, una seconda e forse maggiore rivoluzione industriale. Le innovazioni che comparvero da quel momento, per lo più prive di precedenti storici significativi, sono praticamente le stesse che senza più mutare il proprio criterio informatore ancora permangono nella nostra vita quotidiana, ovviamente con forme più evolute. Forse è l'aspetto distintivo di questo secolo che, diversamente dai precedenti, non si limita più a perfezionare congegni e processi in larga massima già esistenti, ma ne inventa di inediti e ne scopre di ulteriori. Volendo come sempre esemplificare, in quello scorcio storico non compare un carro meccanicamente più robusto, più confortevole, e un po' più veloce degli esistenti, ferma restando però la trazione animale, ma debutta un veicolo semovente, un carro a motore, mai esistito prima. Similmente, del resto, tanto il motore a vapore, quanto quello a combustione interna, e poi elettrico, al di là dei loro criteri informatori, sono quasi del tutto privi di precedenti e quindi si impongono per innovazioni rivoluzionarie, svincolando le proprie esigenze energetiche dalle tradizionali statiche fonti primarie.

Posta in questi termini la questione, è coerente ravvisare nei profondi moti del '48 una conseguenza sociale della rivoluzione industriale e della rivoluzione tecnologica, e più ancora lo saranno le varie guerre avvicendatesi da allora, alquanto dissimili dalle tantissime altre del passato per diversità di obiettivi prima ancora che di armi e mezzi, fenomeno che rivelerà la sua intera portata nella Grande Guerra. A partire dalla seconda metà del XIX secolo, pertanto, debutta un mondo del tutto originale, carico di promesse e privo di premesse, che a sua volta innescherà in rapidissima successione una vasta gamma di ulteriori novità tecnologiche dalle imprevedibili conseguenze. Basti ricordare al riguardo

In basso: *Birmingham, uno dei canali ottocenteschi per il trasporto dei prodotti industriali.*



cosa significò sul piano geopolitico la diffusione in tempo reale delle notizie in ogni angolo del pianeta, dal momento che l'azzeramento del ritardo di diffusione eliminò anche quella sorta di filtro costituito dai tempi, più o meno lunghi, della trasmissione materiale. Difficile, pure, immaginare cosa significò la fotografia con la sua apparente oggettività per la comprensione degli avvenimenti, grazie alla muta eloquenza dell'immagine.

L'ampio profitto generato dalla rivoluzione industriale rende plausibile ravvisare tra i suoi supporti economici un cospicuo autofinanziamento, prassi anch'essa priva di precedenti, con risorse tratte dai suoi due principali elementi: carbone e ferro. Per il primo, in particolare, bisogna ricordare che: *"sul finire del diciottesimo secolo l'industria del carbone era un'industria fiorente da tempo praticata in determinate parti dell'Europa occidentale, specialmente presso le coste nord-orientali dell'Inghilterra, dove nelle miniere di carbone era stata per la prima volta sperimentata la nuova pompa di Newcomen. Ed è proprio da questa macchina che deriveranno i motori primari, la cui produzione fu a sua volta alimentata dall'estrazione del carbone. A partire dal 1900 il carbone veniva estratto in tutti i continenti, e la produzione degli Stati Uniti superava già allora quella dell'Inghilterra. Nondimeno, il carbone ebbe una posizione di privilegio durante questo secolo e mezzo come materiale la cui abbondanza sopra ogni altro consentì all'Inghilterra di trarre profitto dalla sua superiorità nella costruzione delle macchine a vapore e delle macchine utensili e nello sviluppo dei nuovi mezzi di trasporto. Le invenzioni meccaniche e la produzione di carbone, di conseguenza, si condizionarono vicendevolmente; la storia del loro sviluppo può darci un'idea di come l'Inghilterra divenne, e per un certo tempo rimase, l'officina del mondo. Nel 1770 mentre Watt elaborava la sua macchina a vapore, la produzione del carbone superava in Inghilterra i 6 milioni di tonnellate. Nel 1856, quando iniziò la produzione dell'acciaio col processo Bessemer, era già salita ai 65 milioni di tonnellate e alla fine del secolo si avvicinava al suo massimo, raggiunto nel 1913, restando poi all'enorme quota di 220 milioni di tonnellate."*[17]

In alto: *proclamazione della Repubblica di San Marco.*

17 T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale...*, cit., p. 539.

Dalla metà del XIX secolo il criterio finanziario non muta, ma il ventaglio delle materie prime si accresce vistosamente entrandone a far parte il rame, il cemento, la gomma, il vetro, per citarne alcune alle quali, col progredire di invenzioni e scoperte, se ne aggiungeranno molte altre. Per questa ultima ragione vari studiosi hanno suggerito di distinguere ulteriormente il periodo compreso fra il 1850 e la Grande Guerra in due tempi: fino al 1870 il primo, in sostanza teorico, e fino alla guerra il secondo, in sostanza pratico. In altri termini, in base a questa scansione, fino al '70 si sarebbe studiato e progettato tutto ciò che in seguito troverà concreta attuazione. Non fu perciò una mera coincidenza che proprio tra il 1830 e il '50 si moltiplicarono le scuole di ingegneria nelle varie Nazioni occidentali, organizzate a somiglianza della più celebre *Ècole Polytechnique* di Parigi, dal momento che un facile calcolo ci porta a rilevare come i tanti ingegneri da esse licenziati inizieranno a influire professionalmente proprio a partire dal 1870! Emblematico il caso del canale di Suez che, auspicato per secoli e studiato all'inizio degli anni '50 fu aperto alla navigazione il 17 novembre del '69, attivando traffici e commerci con l'Estremo Oriente.

In conclusione, allo scadere del XIX secolo quattro sono le materie prime che in un ambito o nell'altro, e da un certo momento in poi divennero tutti rigidamente interdipendenti, resero possibile quella rivoluzione tecnologica e sociale: due metalli, ferro e rame e due residui fossili, carbone e petrolio. Il ferro, poi, per la sua connotazione magnetica e il rame per la sua alta conducibilità elettrica saranno il presupposto degli sviluppi dell'elettromeccanica e dello sfruttamento in genere dell'energia elettrica in ogni settore industriale. Ma il ferro, per una singolare coincidenza, ha anche il coefficiente di dilazione quasi identico a quello del cemento, un miscuglio artificiale ottenuto tramite un semplice processo termo-meccanico. Grazie a questa singolare opportunità fu possibile dare origine alla tecnica del cemento armato, che dopo una fase di marginalizzazione, nel primo dopoguerra diverrà basilare in ogni settore delle costruzioni civili e militari. Volendone collocare con maggior precisione il debutto va ricordato che: *"un primo tentativo di costruzione in cemento armato può essere considerato il canotto di cemento con un'armatura di ferro, eseguito dal francese Lam-*

In basso: *tela raffigurante la Battaglia della Bicocca presso Novara.*

bot nel 1850 e presentato all'Esposizione Universale di Parigi nel 1855. Contemporaneamente l'americano Hyatt faceva le prime ricerche su travi armate in cemento; in uno scritto del 1877 sono già manifesti i caratteri fondamentali del calcestruzzo armato, che egli applicò per proteggere dagli incendi le opere murarie."[18] Ma già un paio di anni prima Ward aveva costruito una casa con i solai in cemento armato.

Senza questi magnifici cinque non vi sarebbe stata né l'età contemporanea, con la sua tecnologia nel bene e nel male, né quel progresso che pervade e connota la nostra attuale società.

In alto: *cadetti dell'École Polytechnique.*
In basso: *veduta del canale di Suez nel 1981.*

18 Da L. SANTARELLA, *Il cemento armato*, vol. I, *La tecnica e la statica*, Milano 1955, p. 6.

In Terra

La prima locomotiva a vapore della ferrovia Napoli-Portici, ricostruita nel Museo di Pietrarsa, Napoli

Militaria mirabilia

La riconoscenza di Nobel

Alfredo Sobrero (1812-1866) laureatosi giovanissimo in medicina presso l'Università di Torino, ottenne nel 1834 l'abilitazione alla professione, iniziando a occuparsi di problemi connessi con la chimica. Per tale ragione si trasferì a Parigi alcuni anni compiendo ricerche sulle azioni prodotte dall'acido nitrico sulle sostanze organiche, accertandone in particolare alcuni effetti esplosivi. Dopo il ritorno a Torino si dedicò all'insegnamento accademico della chimica, proseguendo e approfondendo le sue ricerche che lo porteranno nel 1847 all'invenzione della nitroglicerina, liquido oleoso altamente instabile la cui trasformazione, quasi istantanea, in un gas dal volume di 1200 volte maggiore ne è la manifestazione esplosiva ben nota. Conscio, per diretta esperienza, dei pericoli che anche la semplice riproduzione in laboratorio del composto provocava, ne diffuse i rischi, riuscendo in parte a limitare le peggiori conseguenze della sua invenzione. Lui stesso rimase sfregiato nel corso di una esperienza pratica con un piccolo quantitativo di nitroglicerina, ed ancora peggio accadde a un suo collega che lavorava nel medesimo laboratorio, Alfred Nobel, 1833-1896, che nei primi tentativi di renderla commerciabile perse il fratello, ucciso con diverse altre persone in una devastante esplosione. Nobel, che dal 1859 aveva avviato lo studio per stabilizzare il micidiale liquido, soltanto nel '67 venne a capo della questione, imbibendolo di farina fossile e trasformandolo così in una sorta di pastone, insensibile agli urti. Dopo ulteriori verifiche il fisico brevettò quella sua invenzione con il nome di 'dinamite' e ne intraprese la produzione confezionandola in forma di cartucce da 200 mm, diametro che riproduceva quello della car-

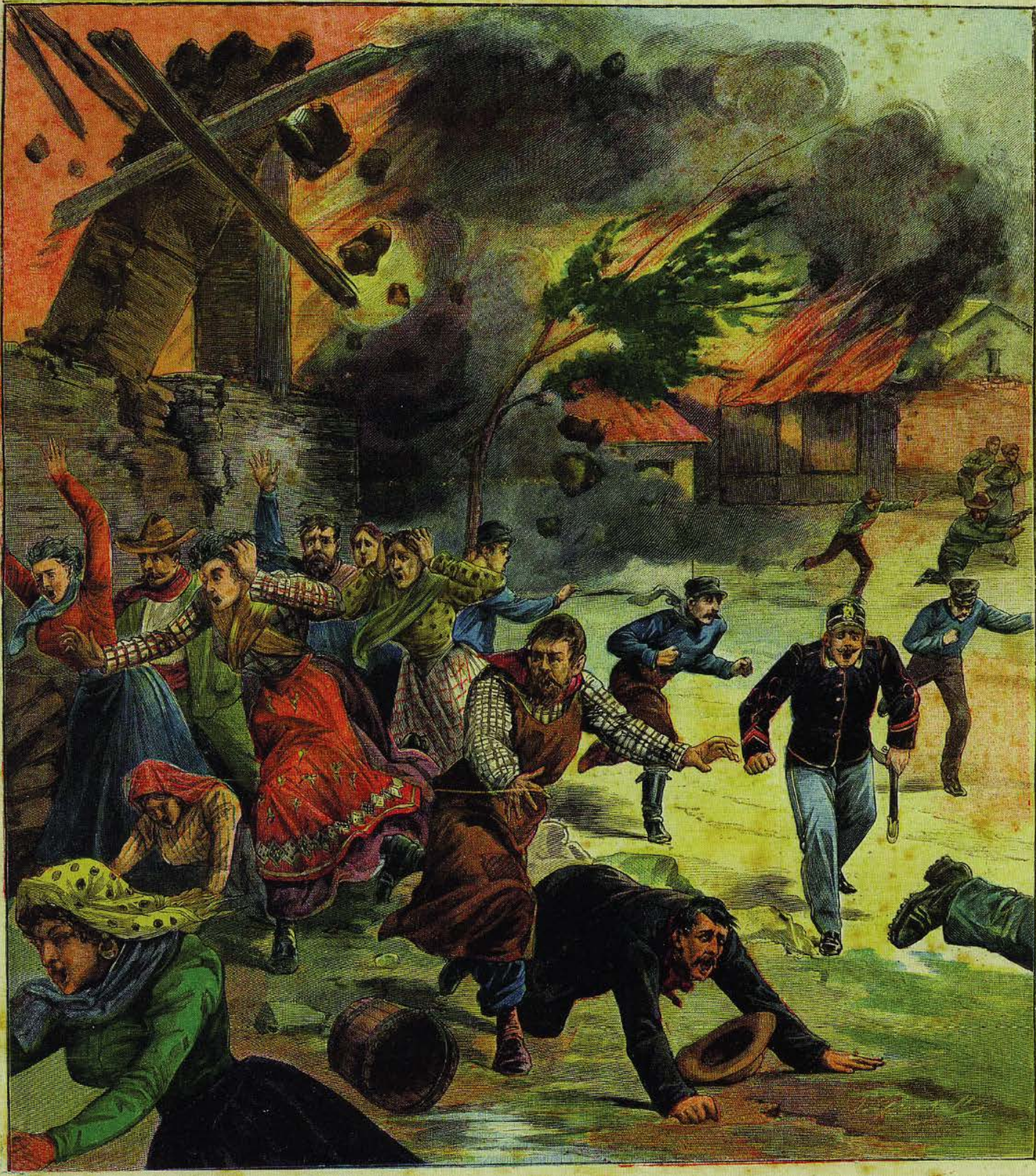
In alto: *ritratto di Alfred Nobel.*
In basso: *ritratto di Alfredo Sobrero.*

LA TRIBUNA ILLUSTRATA della Domenica

ABBONAMENTI
Nel Regno .... Anno L. 5 —
All'Estero .... » » 7,50

Il numero cent. 10
(Tiratura: 125.000 copie)

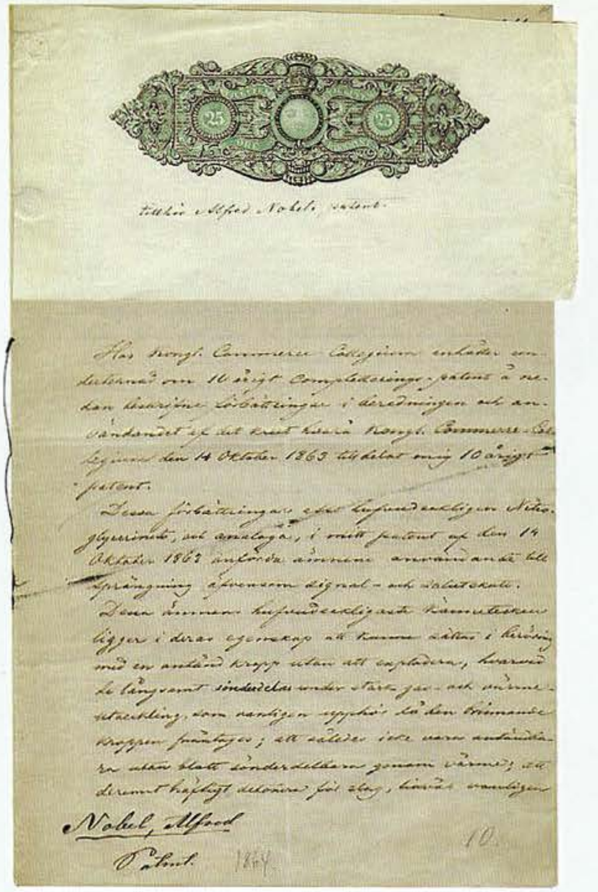
ANNO VIII — Roma, Domenica 28 gennaio 1900 — N. 4



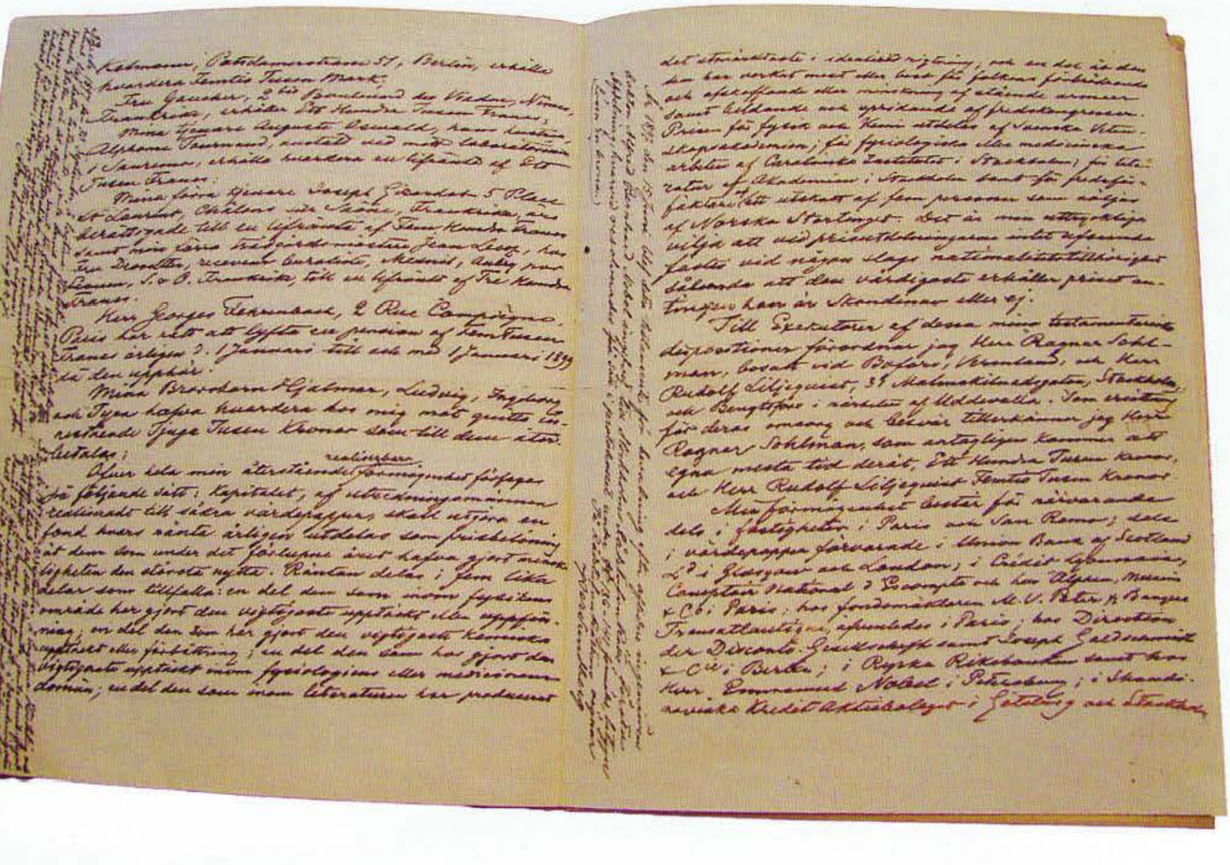
IL DISASTRO DI AVIGLIANA — IL DINAMITIFICIO SALTA IN ARIA.

(Disegno di S. GUASTALLA — Incisione di E. ROMAGNOLI).

tuccia di polvere da sparo per miniera da inserire nei fori prodotti dai fioretti dei martelli pneumatici nelle cave e nelle miniere, inventate da Benjamin Franklin.
Nobel, sebbene pacifista convinto, non ignorava affatto la perfetta idoneità all'uso bellico della sua invenzione, ma si convinse, proprio per i suoi terribili effetti, che la dinamite prodotta dalle sue fabbriche ormai all'ingrosso, e non senza gravi rischi, avrebbe posto fine ai conflitti lasciando intuire ai vari contendenti la loro reciproca distruzione, tant'è che proclamò solennemente: *"Forse le mie fabbriche porranno fine alla guerra prima dei vostri congressi: nel giorno in cui due eserciti potranno annichilirsi l'un l'altro in un secondo, tutte le nazioni civilizzate si ritireranno con orrore e smantelleranno le proprie truppe."* Mai profezia fu più delusa!
Divenuto ricchissimo, e serbando una sorta di gratitudine verso l'inventore della nitroglicerina, gli riconobbe una pensione vitalizia: ma un debito ancora maggiore gli parve di aver contratto con l'intera umanità, sentimento che lo portò ad istituire l'omonima fondazione che premia ogni anno quanti si sono distinti nei vari campi del sapere. Così recitava il suo testamento: *"Io, Alfred Bernhard Nobel, dichiaro qui, dopo attenta riflessione, che queste sono le mie Ultime Volontà riguardo al patrimonio che lascerò alla mia morte. [...]*
La totalità del mio residuo patrimonio realizzabile dovrà essere utilizzata nel modo seguente: il capitale, dai miei



In alto: *richiesta di brevetto di Alfred Nobel per la dinamite.*
In basso *il testamento di Alfred Nobel.*
Alla pagina a sinistra: *l'esplosione della fabbrica di dinamite di Avigliana il 16 gennaio 1900.*



esecutori testamentari impiegato in sicuri investimenti, dovrà costituire un fondo i cui interessi si distribuiranno annualmente in forma di premio a coloro che, durante l'anno precedente, più abbiano contribuito al benessere dell'umanità. Detto interesse verrà suddiviso in cinque parti uguali da distribuirsi nel modo seguente: una parte alla persona che abbia fatto la scoperta o l'invenzione più importante nel campo della fisica; una a chi abbia fatto la scoperta più importante o apportato il più grosso incremento nell'ambito della chimica; una parte alla persona che abbia fatto la maggior scoperta nel campo della fisiologia o della medicina; una parte ancora a chi, nell'ambito della letteratura, abbia prodotto il lavoro di tendenza idealistica più notevole; una parte infine alla persona che più si sia prodigata o abbia realizzato il miglior lavoro ai fini della fraternità tra le nazioni, per l'abolizione o la riduzione di eserciti permanenti e per la formazione e l'incremento di congressi per la pace. I premi per la fisica e per la chimica saranno assegnati dalla Accademia Reale Svedese delle Scienze; quello per la fisiologia o medicina dal Karolinska Instituet di Stoccolma; quello per la letteratura dall'Accademia di Stoccolma, e quello per i campioni della pace da una commissione di cinque persone eletta dal Parlamento norvegese. È mio espresso desiderio che all'atto della assegnazione dei premi non si tenga nessun conto della nazionalità dei candidati, che a essere premiato sia il migliore, sia questi scandinavo o meno…

Questo Ultimo Volere e Testamento è l'unico valido, e cancella ogni altra mia precedente istruzione o Ultimo Volere, se ne venissero trovati dopo la mia morte. Infine, è mio esplicito volere che, dopo la mia morte, mi vengano aperte le vene, e una volta che ciò sia stato fatto e che un Medico competente abbia chiaramente riscontrato la mia morte, che le mie spoglie vengano cremate in un cosiddetto crematorio."

Parigi, 27 novembre 1895

In alto: *reparto di imballaggio in una fabbrica di dinamite: da notare l'eliminazione di ogni pavimento per timore di produrre scintille con la suola delle scarpe.*

Parte Prima

Il ferro della Calabria

Nella tiepida primavera napoletana del 1789, un piccolo drappello di studiosi lasciò Napoli per una importante missione, caldeggiata da Ferdinando IV di Borbone. Scopo della stessa una meticolosa ricognizione dei maggiori complessi minerari e siderurgici nordeuropei, per apprendervi le più avanzate tecnologie concernenti la produzione del ferro, dalla estrazione del minerale alla fusione e infine alla trasformazione in semilavorati e, soprattutto, in armi complete. Implicita l'urgenza, che si manifestò nell'invio continuo di casse di reperti geologici che, quattro anni dopo, andarono a formare il nucleo originario del Real Museo Mineralogico di Napoli[1]. Prima tappa della lunga peregrinazione fu Vienna, dove tutti, appreso il tedesco, frequentarono i prestigiosi corsi della Scuola Mineraria di Shemenitz e poi della Accademia Mineraria di Freyberg in Sassonia. Si trasferirono quindi in Gran Bretagna nel 1795, da dove avviarono nuovi sopralluoghi in Scozia, in Irlanda, nelle Orcadi e persino nell'Islanda. Tra le nozioni più significative apprese dai Napoletani, i vantaggi dell'uso del carbon *coke* per i forni fusori. Non a caso proprio la fusione del minerale ferroso costituiva il pregio e il dramma ultrasecolare delle ferriere calabre. Da un lato, infatti, stava l'ottima qualità metallurgica che l'impiego del carbone vegetale garantiva in quanto privo di zolfo e fosforo. Ma dall'altro stava la devastazione ambientale che quella arcaica tecnica provocava: immensi boschi bruciati proprio per produrre quel carbone, premessa puntale di alluvioni e frane. Nulla di ignoto, ma ottusamente rimosso in ossequio a una miope politica siderurgica autarchica[2]

Il ferro infatti, come accennato, serviva per costruire armi e munizioni che, qualora prodotte in quantità adeguate, avrebbero affrancato del tutto il Regno dalle importazioni e dalla conseguente dipendenza straniera.

Sebbene l'attività siderurgica avesse in Calabria una remotissima premessa risalente ai Fenici, nei secoli successivi lo sfruttamento restò sempre sporadico e marginale. A partire però dal Mille si ebbe una significativa ripresa d'interesse per il settore, come fanno fede le concessioni minerarie dei Normanni del 1094, quando si tentò di sfruttare per quel medesimo scopo

1 Cfr. A. FRATTA, *I Musei Scientifici dell'Università Federico II*, Fridericiana Editrice Universitaria, Napoli 1999. Dal sito del Museo si apprende: "Il Real Museo Mineralogico ha sede nella prestigiosa Biblioteca del Collegio Massimo dei Gesuiti. Istituito nella primavera del 1801 da Ferdinando IV di Borbone fu un importante centro di ricerca scientifica finalizzata alla valorizzazione delle risorse minerarie del Regno di Napoli. Ciò lo distingue da molti altri musei, nati esclusivamente per conservare lo spettacolare e da sempre affascinante mondo dei minerali. Vi hanno operato illustri mineralogisti, fra cui Matteo Tondi ed Arcangelo Scacchi che ancora oggi sono considerati figure di primo piano nel consesso scientifico internazionale. Il massimo prestigio scientifico dell'istituzione fu raggiunto nel 1845 anno in cui il Museo fu scelto come sede del VII Congresso degli Scienziati Italiani che vide la straordinaria partecipazione di ben milleseicentoundici scienziati. Il Real Museo Mineralogico ha svolto anche un importante ruolo socio-politico nella storia della città. Nel 1848, dopo che Ferdinando II aveva concesso la Costituzione, le prime riunioni della Camera dei Deputati furono effettuate nel salone monumentale del Real Museo; nel 1860, infine, ospitò uno dei dodici seggi elettorali per la votazione sull'annessione al Regno d'Italia. La superficie espositiva, di circa 800 mq, è costituita dal salone monumentale, e dalle sale dedicate ad Arcangelo Scacchi e Antonio Parascandola. L'elevato valore storico e scientifico delle collezioni colloca il Real Museo tra i più importanti musei mineralogici italiani e, certamente, fra i più conosciuti nel mondo."

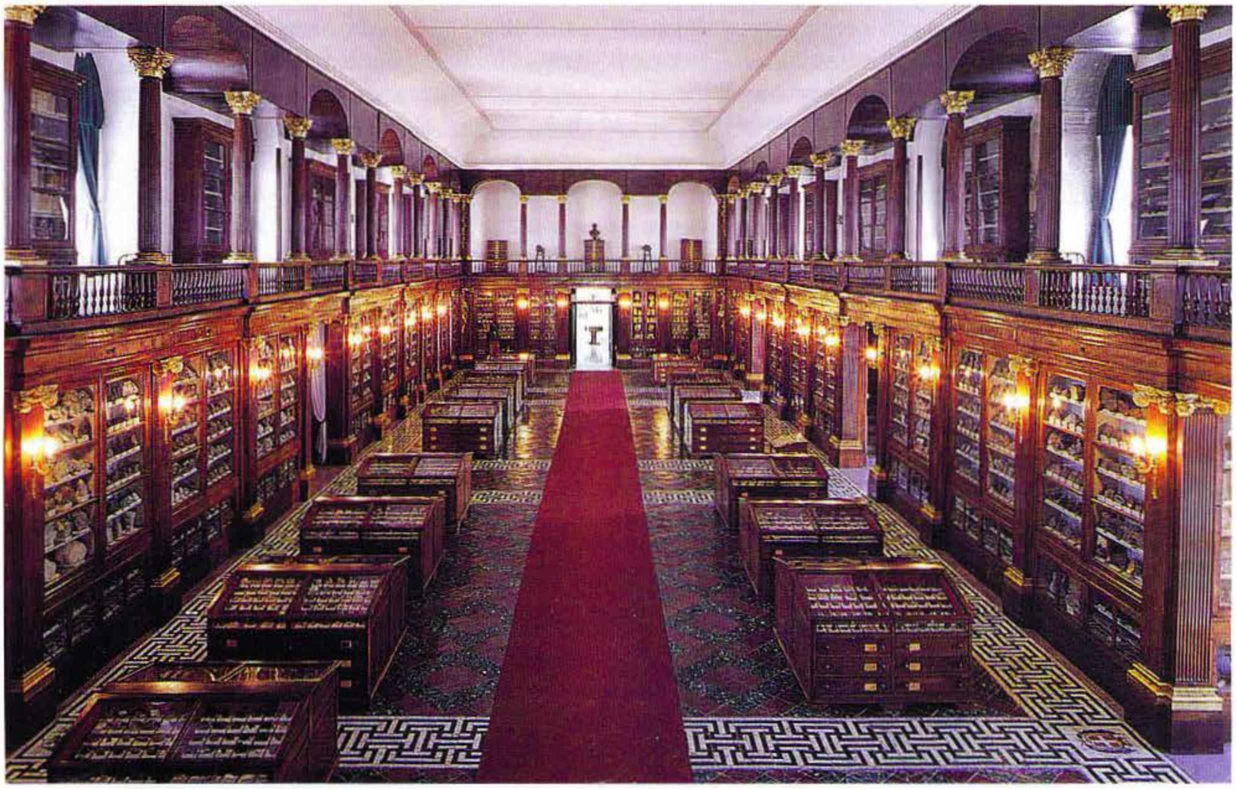
2 La devastazione ambientale prodotta dall'attività siderurgica non fu nel Medioevo una peculiarità italiana ma riguardò l'intero Occidente per le modalità adottate dall'attività. Precisava F. BRAUDEL, *Le strutture del quotidiano*, Torino 1982, p. 342, che: "la metallurgia rimane tradizionale, arcaica, in equilibrio precario. Fra tutte le industrie essa è quella 'più legata alla natura, alle sue risorse, alla sua vita profonda', ai suoi rischi, al minerale che fortunatamente abbonda, alla foresta sempre insufficiente ... alla forza variabile dei corsi d'acqua ... Quanti padroni di ferriere in Europa sono prima di tutto dei proprietari fondiari e si rimettono per le loro officine a intendenti e a fittanzieri. Ultimo rischio: la domanda è temporanea, legata alle guerre che scoppiano e poi finiscono."

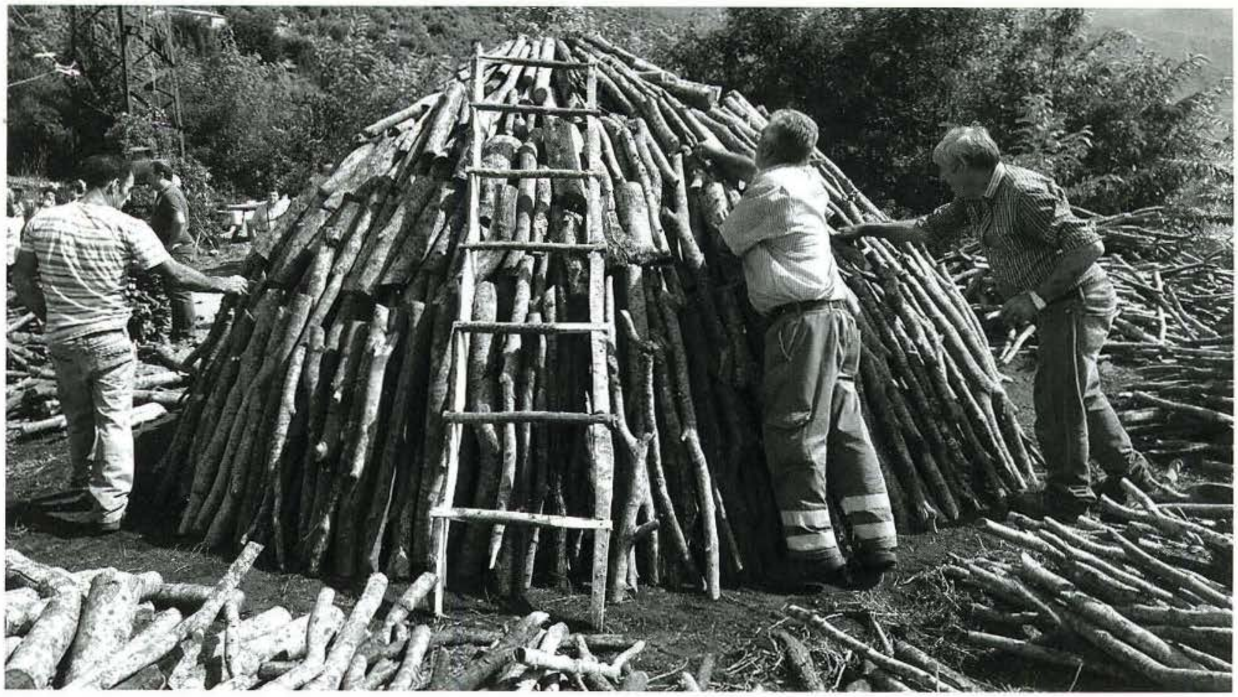
i giacimenti calabri limitrofi a Stilo. In particolare in quell'anno: *"Ruggero il Guiscardo, conte di Calabria, concede a Brunone, fondatore dell'ordine dei Certosini i proventi di forni e miniere del circondario di Stilo ed Avena, nel territorio limitrofo alla nuova Certosa che il Santo aveva fondato e che da lui prenderà il nome."*[3]

Si conoscono ancora altre ferriere in Calabria, ma sono tutte di modestissime dimensioni e di scarsa produzione, nonché prive di tracce sul territorio e negli archivi. Diverso il caso di quella di Stilo, che dopo un periodo di quiescenza, fu donata da Carlo V nel 1523, con i limitrofi boschi e miniere, a Cesare Fieramosca, fratello del più celebre Ettore, che tuttavia non incentivò l'attività siderurgica al pari del resto dei suoi eredi, sebbene in quel contesto storico vi fosse: *"gran difficoltà d'haver ferri in lo Regno per uso della Regia Corte et delli regnicoli, non trovandosi persona alcuna che volesse arrendare le terziarie delli ferri et fornire il Regno della quantità necessaria di ferri, acciari, vomeri, per causa in Ispagna e in Italia erano rincarati li prezzi che erano stabiliti in le provintie del Regno."*[4] Per il disinteresse dei proprietari le ferriere di Stilo restarono perciò allo stadio di mera soprav-

In alto: *tela raffigurante Ferdinando IV di Borbone re di Napoli.*
In basso: *sala del Real Museo Mineralogico di Napoli.*

3 La citazione è tratta da G. MATACENA, *Architettura del lavoro in Calabria tra i secoli XV e XIX*, Ercolano 1983, p. 97.
4 La citazione è tratta da G. GALASSO, *Seta e ferro nell'economia napoletana del tardo '500*, in Rivista Storica Italiana, 1963.





vivenza, fino al 1601 quando gli Spagnoli decisero per ragioni di opportunità militare di incrementarne la produzione[5]. La produzione in brevissimo tempo divenne sestupla, restando l'impianto di proprietà dello Stato, diversamente dalle altre. Nonostante ciò le difficoltà di trasporto derivanti dall'asprezza del territorio e dal suo rigido clima, Stilo sta a quasi 1000 m s.l.m., costituivano una pesante ipoteca sulla produzione e sulla commercializzazione dei prodotti.

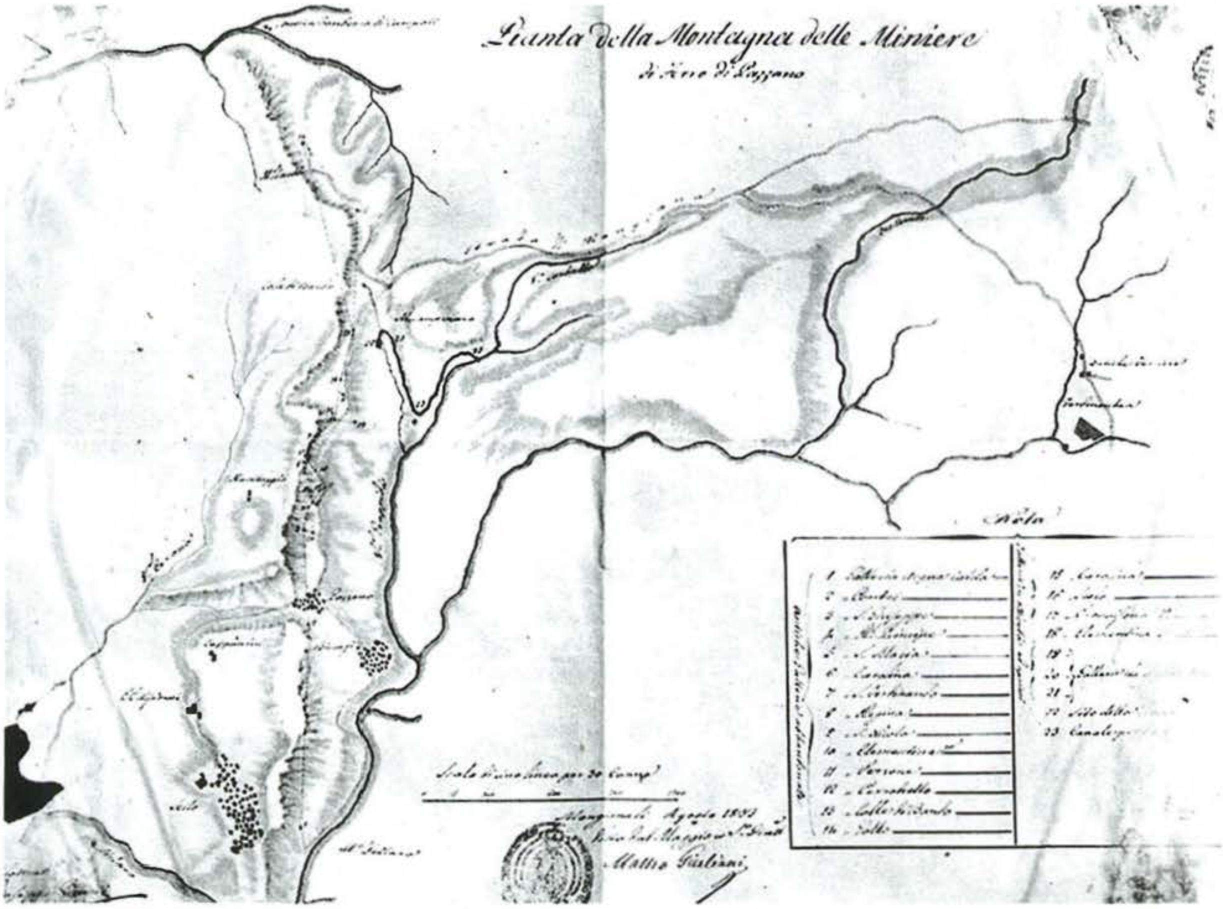
Ad esempio nel 1627 scriveva un ispettore: *"si fa piena e indubitata fede...* [che nelle] *Reg. Ferr.re che la Cattholica Maestà tiene nelle Montagne di Stilo, tiene hoggi dentro il Maghazzeno del Palazzo di Fabbrica* [ferro] *dolce in Barri e Virtelli; non ha poss.le, né può mandarli nella terra del Pizzo, per farli imbarcare p. il Reg.o Arsenale in Napoli; né con bestia di salma, né con carri, né d'altra maniera, per la fatta nieve, che in esse montagne se ritrova, che un mese fa principiò a nevicare e continuamente nevica..."*[6]

E non era il clima l'unico problema della zona, tant'è che in un contratto del 1703 si può leggere: *"Per patto espresso, che se per causa di terremoto, (quod absit), mancanza delle nevi, che rendono l'acque essiccabili... restassero impedite le fornaci e le feriere...*

5 Ricorda L. BIANCHINI, *Della storia delle finanze del Regno di Napoli*, Oderzo 1884, p. 294: "intorno alla privativa del ferro e dell'acciaio è da conoscere che i Viceré tennero da prima il metodo di fittarla facendo sì che i soli fittaiuoli provvedendo di ferro e di acciaio lo intero reame avessero privilegiato diritto di venderli...".

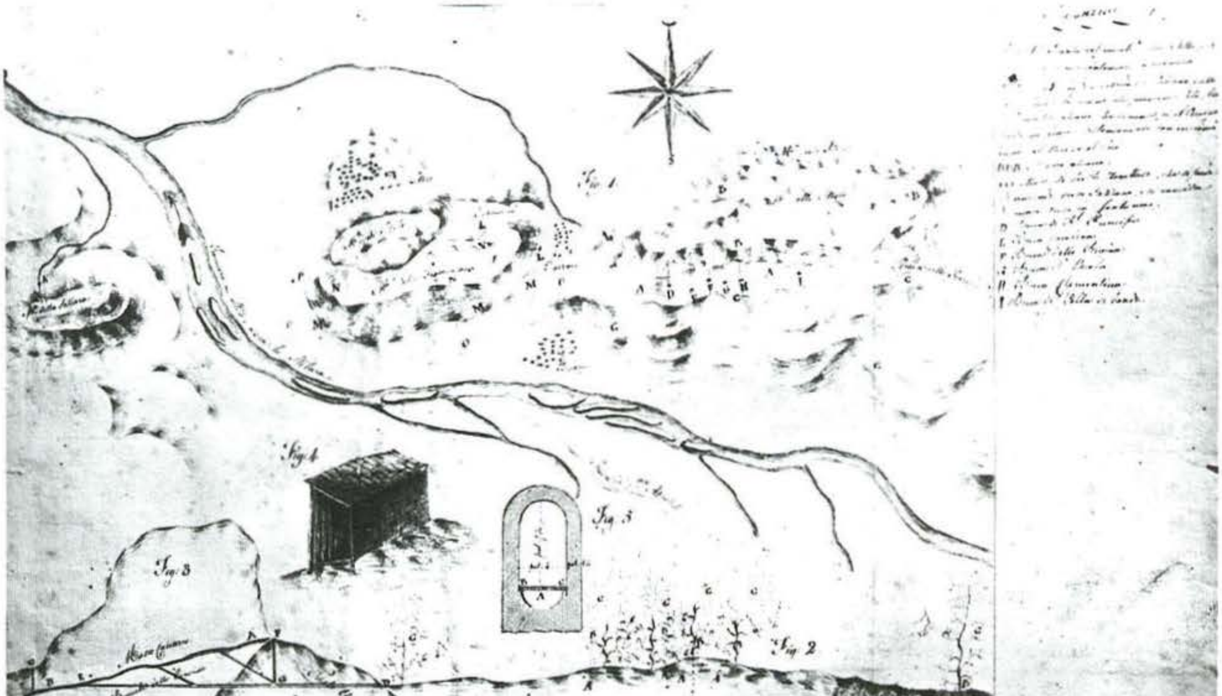
6 La citazione è tratta dall'Archivio di Stato di Napoli (ASN), *Dipendenze della Sommaria*, I serie, vol. 64, anno 1627.

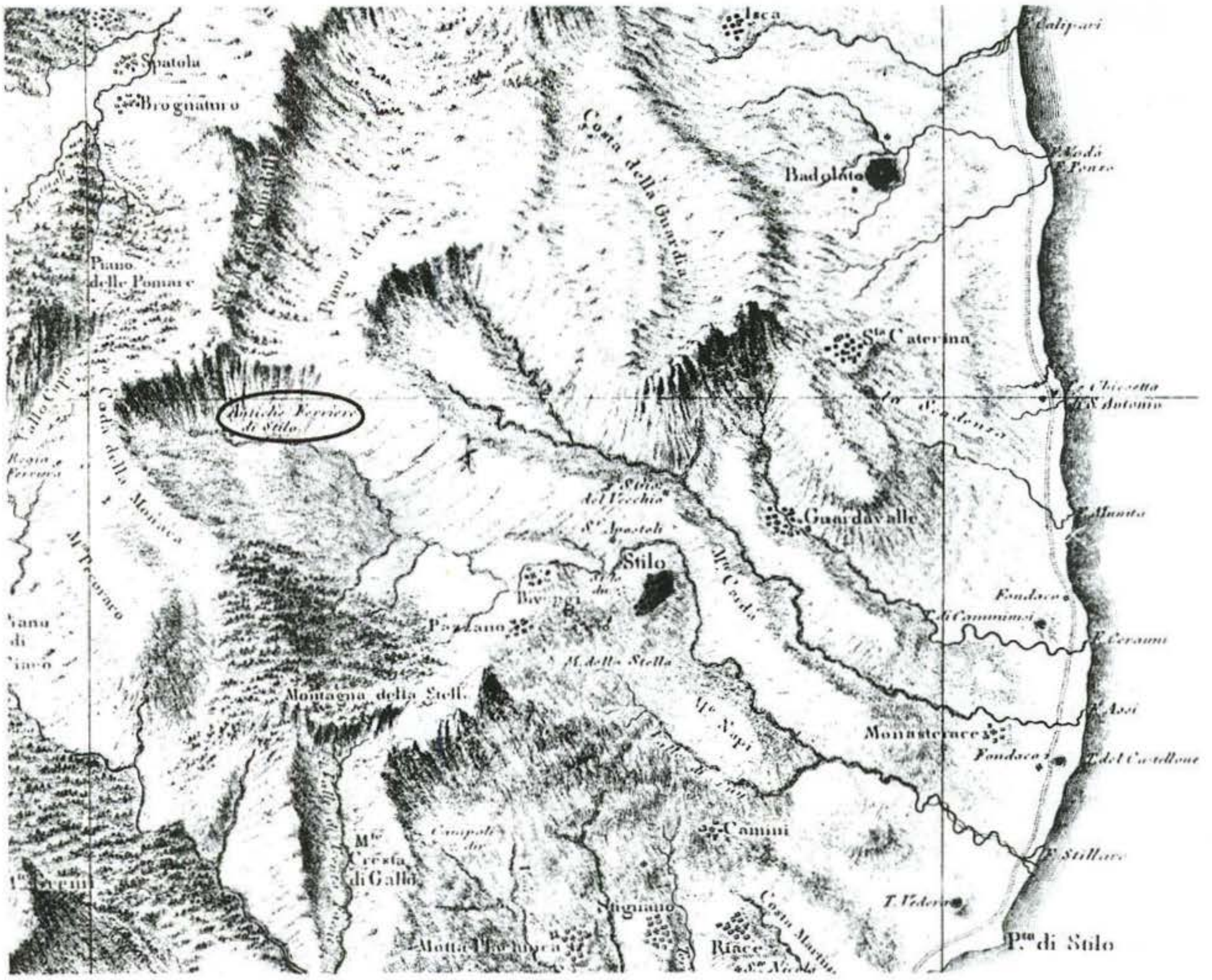
In alto: *catasta di legna, per lo più piccoli rami, approntata per la carbonizzazione.*
In basso: *la combustione si protrae a lungo fino alla completa eliminazione delle componenti volatili della legna, lasciando il solo carbone.*



In alto: *pianta delle miniere di ferro di Pazzano nel 1833.*
In basso: *rilievo del XVIII secolo dei dintorni di Stilo con indicazione delle gallerie di Monte Stella.*

Nella pagina a destra
In alto: *stralcio cartografico di Stilo con indicate nel cerchio rosso le antiche ferriere di Stilo.*

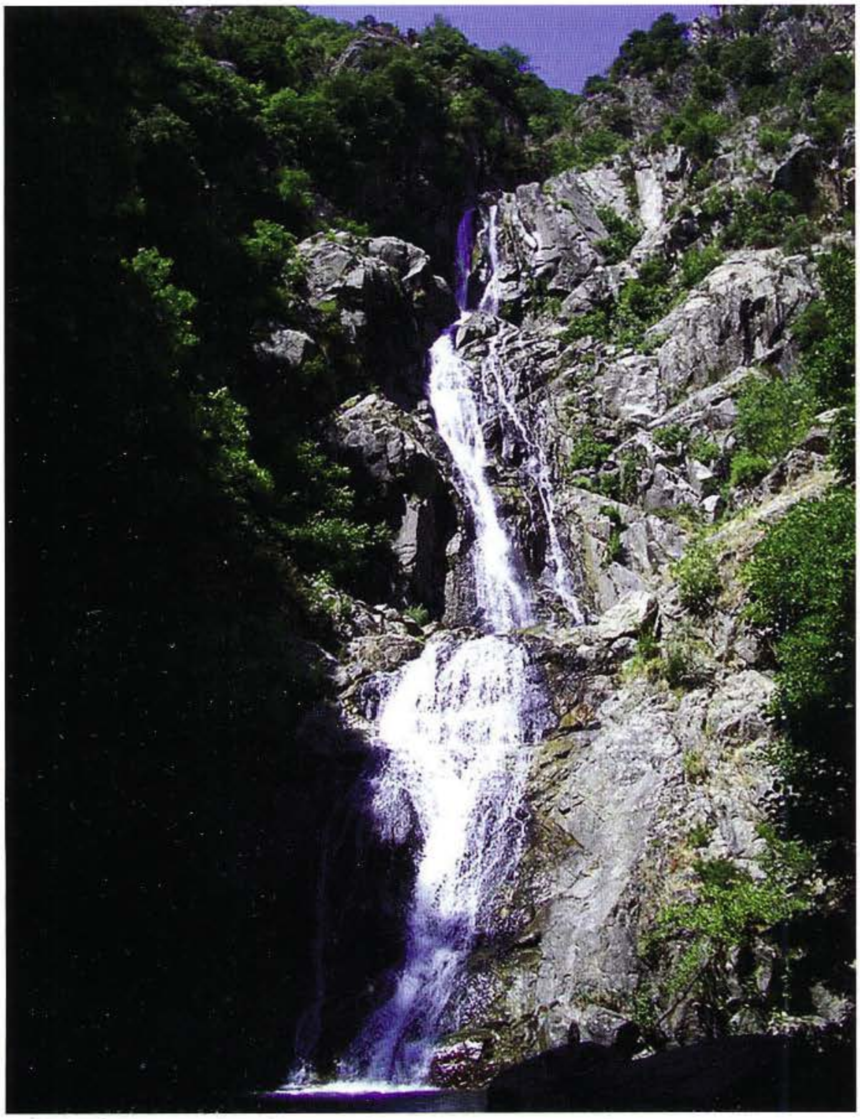




la Persona nominanda, non sia tenuta à far consegna di d.(etti) *petrecci* [cannoncini petrieri n.d.A.]*"*[7] Mai come in questo settore le concessioni dello Stato furono sempre particolarmente generose, esplicita conferma della valenza strategica del ferro calabrese, che comunque dovette essere affiancato da importazioni straniere per soddisfare la domanda interna. È interessante ricordare che a partire dalla prima metà del XVII secolo oltre alle importazioni dall'estero di ferro semilavorato, si iniziarono ad importare anche le maestranze per le ferriere. In particolare: *"vennero tra l'altro fatti venire capimastri e lavoranti bresciani con le loro famiglie 'per indolcire il ferro e fare diverse sorte de ferramenti' che però per i maltrattamenti subiti dagli appaltatori e dai soprastanti risultano nel 1642 in parte fuggiti nello Stato Della Chiesa."*[8]

Da sette secoli risultava poca la quantità di ferro prodotta e, per contro, tanti gli alberi abbattuti: la ferriera, infatti, si collocava inizialmente al centro d'un ampio bosco, che in pochi anni spariva ingoiato dai suoi forni a infimo rendimento. Il raggio di disboscamento si allargava rapidamente a macchia d'olio fino a quando, divenuto eccessivo annullava con gli alti costi del trasporto del carbone gli utili dell'impresa e, non di rado, persino le continue sovvenzioni governative, obbligando a spostare l'impianto in un altro bosco, con il medesimo esito. Fu con Carlo III di Borbone che la politica minerario-siderurgica prese una nuova direzione a partire dal 1754, in conseguenza della decisione del sovrano di impostare su base autarchica il munizionamento, la dotazione d'artiglieria e la fornitura di armi ai vari Corpi Militari. A tale scopo venne istituita a Torre Annunziata nello stesso anno la Reale Manifattura d'Armi, impianto tutt'ora a destinazione militare dopo un recente passato di Spolettificio. Quasi contemporaneamente sorse pure a opera dell'architetto Matteo Stendardo la *'Fabrica*

7 ASN, *Dipendenze della Sommaria*, Nuova serie, fascio 66.
8 Da F. BARRA, *Per una storia della siderurgia meridionale di antico regime*, in *Le arti dell'acqua e del fuoco*, Centro di Cultura e Storia Amalfitana, Amalfi 2004, p. 43.



de los Canonēs de fusiles', ma la progettazione ancora soggetta alle leziosità dell'epoca, e le inadeguatezze tecnologiche, convinsero il nuovo governo a invitare esperti stranieri. Soltanto sul finire del '700, si concentrarono le varie ferriere in un unico stabilimento di notevoli dimensioni a Mongiana. Ma ancora nel 1791 i quantitativi prodotti non eccedevano le 400 tonnellate di ghisa e alle 180 tonnellate di ferro fucinato!

Nel 1797 dopo ben otto anni di pellegrinaggi minerario-siderurgici, gli studiosi appena tornati a Napoli, furono subito inviati in Calabria per avviarvi una nuova età del ferro. Mai come in quel momento il bisogno del ferro appariva inderogabile: bloccata l'importazione dalla Francia e troppo vincolante quella dalla Gran Bretagna e, al contempo, in forte crescita i bisogni delle Forze Armate, profilandosi una ennesima grande guerra europea. Ma ad onta del dinamismo, la produzione non riuscì neppure ad avviarsi che la rivoluzione partenopea del 1799 l'arrestò. Riattivata stentatamente dopo la sanguinosa restaurazione, si bloccò di nuovo con l'arrivo dei Francesi nel 1805.

Il nuovo sovrano Gioacchino Murat, confermandosi la richiesta del ferro, sottopose lo strategico comparto a una razionale gestione. Tutti gli impianti dalle miniere alle carbonaie, dalle fonderie alle fabbriche di armi, passarono di competenza all'Artiglieria che la manterrà fino all'Unità d'Italia. In particolare: *"l'opificio era diretto da un t. colonnello di artiglieria assistito da un consiglio di amministrazione di ufficiali della*

stessa Arma ed impegnava in media quasi 600 persone, quasi tutti 'paesani', cioè addetti civili.'[9] La produzione immediatamente si triplicò e contestualmente si diversificò la gamma dei prodotti. Purtroppo la seconda restaurazione successiva al 1815 decurtò le potenzialità di Mongiana, che solo una quindicina di anni dopo tornarono a crescere.

Una catastrofica alluvione danneggiò gravemente lo stabilimento di Mongiana, costringendo ad erigerne un altro più grande e in posizione più sicura, che portò la produzione di canne per fucili a ben 2000 unità l'anno, canne che a partire dal 1858 si rigarono nello stesso stabilimento. Si ebbero allora ben quattro modelli di carabine: quella di base era la carabina da 40 pollici (40'), lunga m 1,47, in dotazione alle varie compagnie fucilieri dei reggimenti di fanteria di linea ed ai battaglioni cacciatori; seguiva poi quella da 38', lunga 1,415 m, fornita alle compagnie di granatieri e cacciatori dei

9 Da A. MANGONE, *L'industria del Regno di Napoli 1859-1860*, Napoli 1976, p. 47.

In alto: *ingresso della Fabbrica d'Armi di Mongiana dopo il restauro.*
Al centro: *deposito di esplosivi della miniera di Pazzano.*
In basso: *imbocco della miniera di ferro di Pazzano.*

Nella pagina a sinistra
In alto: *cascata di uno dei torrenti che forniva la forza motrice a Stilo.*
In basso: *veduta dall'interno dell'altoforno di Mongiana.*

reggimenti di fanteria di linea; quindi il moschetto da 28′ a cassa lunga e a cassa corta, lungo m 1,145, dato in dotazione alle guardie del corpo a cavallo, alla gendarmeria a cavallo e a piedi, all'artiglieria, al genio, agli istituti militari, ai veterani; la carabina da 22′, lunga cm 95, in dotazione alla cavalleria di linea.

Con simpatia quegli uomini accolsero i garibaldini e il libero mercato, ma le tragiche conseguenze non tardarono a manifestarsi. In pochi mesi schiacciata dalla concorrenza del nord la siderurgia crollò. Cinque anni dopo cessò anche la produzione delle armi, finché nel 1873 le miniere e i boschi di pertinenza, le ferriere e le fabbriche connesse, venduti all'asta in blocco a un ex garibaldino, cessarono ogni attività nel 1881, dopo un maldestro tentativo di ripresa. Per le tante maestranze restò solo l'emigrazione.

Dai cannoni alle ferrovie

Le due principale mappe topografiche, relative alla costa del centro del golfo di Napoli, redatte o aggiornate entrambe dopo la catastrofica eruzione vesuviana del 1794, riportano in prossimità di Torre del Greco il fortino denominato di Calastro. Apparteneva, insieme al vicino del Granatello, ai cinque fatti costruire tra il 1703-06 dall'ultimo viceré spagnolo, Juan Fernandez Pacheco de Villena y Ascalon[10]. Delle due carte quella levata dal capitano Francesco La Vega e disegnata dall'ing. Pietro La Vega, per le verifiche minuziose volute dallo stesso sovrano, va reputata la più attendibile, per cui ad essa ci atterremo. I fortini, entrambi oggi quasi completamente scomparsi, si trovavano lungo il tracciato della prima ferrovia Napoli-Granatello (Portici): quello di Calastro, in particolare, insisteva sopra l'estremità, a picco sul mare, di una antichissima colata di lava di incerta datazione. Non potendola aggirare né a monte né a valle, né scavalcarla per la scarsa aderenza delle ruote motrici sulle rotaie di quella leggerissima vaporiera[11], scartato pure per le eccessive difficoltà dettate dalla presenza del fortino lo scavo di gallerie, restava l'opzione di attraversare quei punti critici in trincea, ipotesi subito bloccata dall'autorità militare per l'adiacenza del vetusto fortino.

Nel 1836 la Società francese *Ingegner Bayard,* aveva proposto a Ferdinando II una linea ferroviaria da Napoli a Nocera, con diramazione da Torre Annunziata per Castellammare di Stabia, con uno sviluppo complessivo di circa 40 km. Il progetto, al quale non erano estranee motivazioni militari, accettato e rapidamente eseguito, portò all'inaugurazione del primo tronco, Napoli-Granatello, il 13 ottobre 1839. I lavori non cessarono negli anni successivi ma la presenza del primo fortino e più ancora del secondo, crearono una complicata crisi, ritenendosi con dubbie motivazioni l'incapacità delle motrici a superare le salite[12].

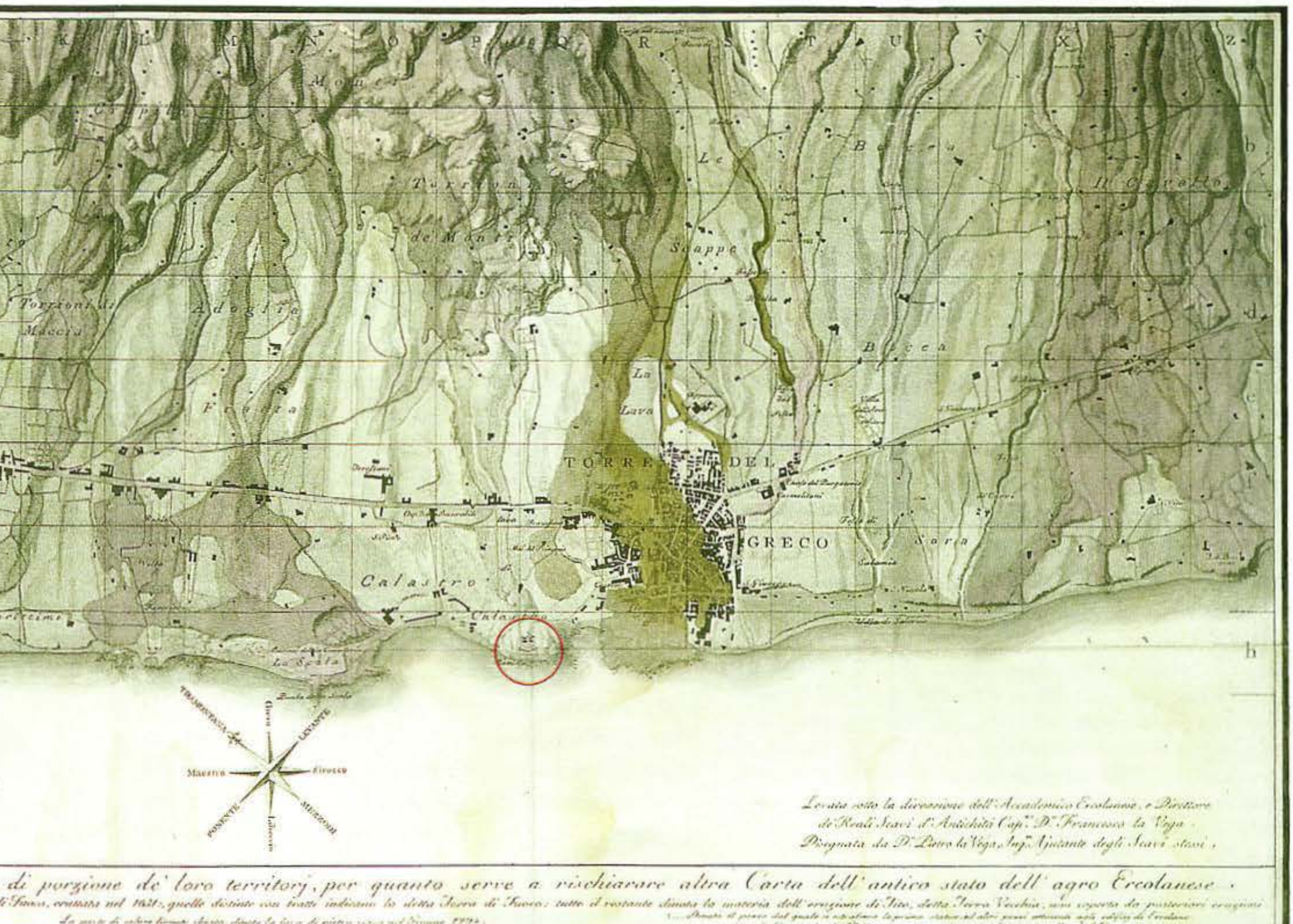
10 Sulla figura e l'opera del viceré Giovanni Emanuele Fernandez Pacheco duca di Escalona e marchese di Villena cfr. G.CONIGLIO, *I viceré spagnoli di Napoli,* Napoli 1967, pp. 347-53.
11 Cfr. F. RUSSO, *Il fortino di Calastro,* in *Il Porto del Corallo. Analisi storica del porto di Torre del Greco,* Napoli 2007, pp. 190-'95.

12 Che la pretesa del Bayard fosse alquanto pretestuosa lo dimostra un articolo comparso sul Giornale delle Due Sicilie n° 245 del 29 ottobre del 1834, in cui si legge: *"Ogle dice che la sua vettura per esperienza da Londra a Southampton camminò in ta-*

A fianco: *mappa di Ercolano di G. Morghen: nei cerchi i fortini di Granatello e Calastro.*

Nella pagina a destra, in alto: *mappa di Ercolano redatta dal La Vega nel 1794, dopo la catastrofica eruzione che distrusse parte di Torre del Greco.*

Plan von
Torre del Greco
Napoli Palm


Torrioni
Calastro
La Lava
TORRE DEL
GRECO
Le
Scappe
Levata sotto la direzione dell' Accademico Ercolanese, e Direttore
de' Reali Scavi d' Antichità Cap. D. Francesco la Vega.
Disegnata da D. Pietro la Vega, Ing. Ajutante degli Scavi stessi.
di porzione de' loro territorj, per quanto serve a rischiarare altra Carta dell' antico stato dell' agro Ercolanese.
MAESTRO
SIROCCO
LEVANTE
PONENTE
MEZZOGIORNO
TRAMONTANA

Il Bayard scriveva, in un opuscolo del 1837 teso ad illustrare la sua iniziativa: *"da Napoli a Portici, dalla Torre dell'Annunziata a Nocera e Castellammare, la traccia è in piano, e di facile esecuzione; ma la spesa sarà rilevantissima pel passaggio di Portici, della Torre del Greco e principalmente per quello della Torre dell'Annunziata, ove si dovranno fare degli scavi profondi per gran tratto di cammino, e delle opere d'arte considerevoli..."*[13] Nello stesso documento Bayard si impegnava a limitare a soli 4-5 km dell'intero sviluppo del percorso, le tratte a binario unico e a non superare mai la pendenza massima di 5 mm per metro pari perciò allo 0.5%. In data 28 marzo 1838 la relazione allegata al progetto esecutivo recitava che la ferrovia superata Portici: *"prosiegue lasciando a dritta il Forte del Granatello e tagliando la carriera di lava col praticarvi un Ponte, affine di lasciare libero l'uso ed i lavori come per lo innanzi. Riprende di bel nuovo le proprietà verso la spiaggia sino alla Favorita, che traversa all'estremità. Percorre diverse carriere di lava per le quali si prenderanno i medesimi espedienti che per le prime onde l'uso non ne sia impedito, e lasciatosi da banda il Forte di Calastro arriva all'entrata della Strada della Torre Del Greco vicino alla Fontana."*[14] Due mesi dopo, però, il progetto fu respinto, perché: *"dovendo passare sino al di là del forte di quel porto a traverso una trincea di palmi 16 di profondità, la Commessione non si crede facoltata di approvare una tale operazione perché proibita da Reale ordinanza che è riservata a S.M. il Re (D.G.) il derogare. Lo stesso ripete la Commessione circa la trincea che dovrebbesi aprire avanti il forte di Calastro..."*[15]

Pochi giorni dopo, a sua volta, il Bayard ribadiva in questi termini alle obiezioni della Commissione circa i fortini: *"Si è lasciata alla decisione di sua Maestà il passaggio dietro le adiacenze dei fortini del Granatello e di Calastro, e noi speriamo che non si avrà alcuna difficoltà al riguardo. In effetti la sola obiezione che si potrebbe fare è che questo passaggio in trincea costituisce una prima parallela a partire dalla quale si potrebbe, in caso di guerra, condurre una galleria da mina fin sotto questi forti senza che nessuno ne abbia sentore. Questa obiezione supporrebbe che il nemico sia già padrone dei dintorni, non avendo per conseguenza che poco interesse a espugnare*

lune parti della strada con una velocità da 32 a 35 miglia all'ora, che essi hanno fatto una salita da 1 sopra 6 [16.6% n.d.A.] *in ragione di 16 miglia e mezzo all'ora..."*. Dunque al prezzo del dimezzamento della velocità la salita poteva essere superata, ma la preparazione della sede della rotaia e forse quel non voluto rallentamento compromettevano sia i preventivi che le aspettative dei tempi di percorrenza della tratta.

13 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 2.

14 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 3.

15 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 3.

In alto: *Salvatore Fergola, dipinto del viaggio inaugurale del primo treno Napoli-Portici.*

le due opere. Ma inoltre, persino dando per buona l'ipotesi, questi fortini essendo destinati a difendere la rada e ad opporsi ad uno sbarco sulla costa, hanno una qualche resistenza soltanto sul fronte a mare. Le restanti parti di queste fortificazioni sono comunque molto deboli e non hanno altra funzione che porle al riparo da un colpo di mano, ma non possono in alcun modo resistere ad un investimento violento. Al nemico essendo padrone di stabilirsi a suo vantaggio, gli basteranno uno o due pezzi d'artiglieria, per distruggere completamente e in poche ore i fortini dai terreni circostanti, senza che lo si possa colpire dagli stessi.

La trincea della ferrovia gli sarà perciò del tutto inutile poiché la galleria da mine nella lava per penetrare fin sotto i forti richiedono almeno quindici giorni di lavoro, mentre con poche ore il nemico potrebbe ottenere lo stesso risultato con minori difficoltà e senza esporsi a veder soccorse le opere [da un contrattacco] *senza averle ancora conquistate."*[16] In data 5 luglio 1838, tuttavia, il parere della Commissione stabiliva di superare il banco di lava con una

16 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 3: il testo originale è in francese; la traduzione è dell'Autore.

In alto, a sinistra: *museo ferroviario di Pietrarsa: ricostruzione del primo treno della Napoli-Portici.*
In alto, a destra: *Pietrarsa dettaglio di una carrozza scoperta.*
In basso: *la stazione di Portici.*

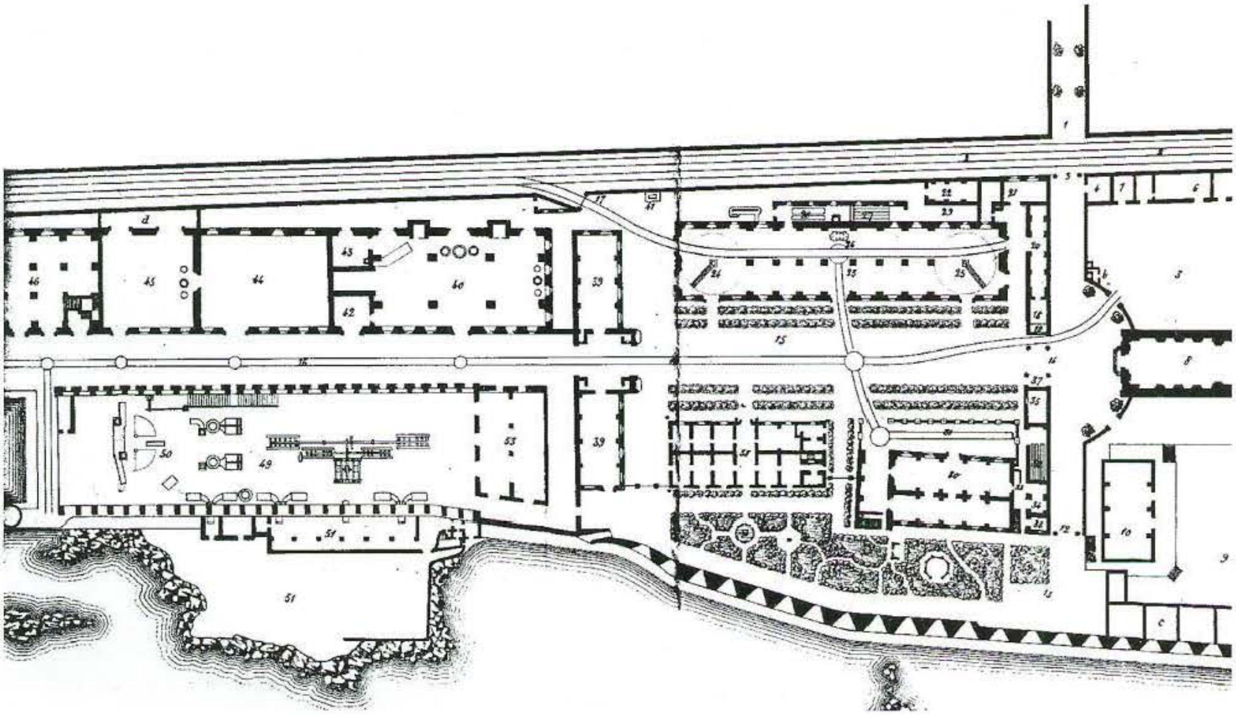
galleria, costretta forse dalle pressioni del sovrano e ben sapendo la contrarietà del Bayard, per cui il tracciato: *"giunto al Lagno di Calastro passa sotterra, traforandosi un corso di lava, riesce a livello sulla strada del fortino di Calastro. Di quivi arriva all'entrata della strada della fontana di Torre del Greco e costà ha fine il progetto che si presenta a V.M"*[17] Nessuna meraviglia che il Bayard non accettasse il suggerimento, rivolgendosi per la revoca direttamente al sovrano ribadendo le sue obiezioni in data 6 giugno 1838 facendo scrivere da qualche esperto militare che: *"pei passaggi tra le due trincee de forti del Granatello e Galestro il Bayard ha implorato l'autorizzazione Sovrana, esponendo che quei forti stanno per difesa dalla parte di mare, e non già dalla parte di terra; donde agevolmente potrebbero essere assaliti, quando il nemico fosse padrone del paese: in guisa che nulla sarebbe a temere dal cammino della strada di ferro. Siccome codesti passaggi per le trincee dei due forti sono essenzialissimi; e laddove non si permettessero, non potrebbe aver luogo la costruzione della strada di ferro, io ho diretto i corrispondenti uffizii al Direttore del Ministero della Guerra e Marina, fin dai 9 del corrente mese, poiché rientra l'affare nelle attribuzioni di quel Ministero"*[18]

Verificatasi finalmente l'inutilità di quei due giubilati capisaldi, i lavori potettero completarsi senza altri indugi, posando i binari nello stesso fossato del fortino forse allargato, e nel 1842 vi si costruì a ridosso la stazione provvisoria *Fortino di Calastro*, per la cronaca la seconda stazione ferroviaria d'Italia, dopo quella di Portici. Ma la conseguenza più importante di quella prima linea ferroviaria, riconoscimento implicito della rilevanza che il nuovo mezzo di trasporto lasciava prefigurare in ambito strategico, fu la rapida conversione del grande stabilimento militare di Pietrarsa, presso Napoli, avviatasi in quello stesso 1842 e ratificata con apposito decreto il 22 maggio 1843.

Adibito fino ad allora alla produzione delle artiglierie e dei relativi proietti, divenne un opificio per la costruzione del materiale ferroviario, dalle locomotive a vapore, alle carrozze ed ai carri merci. Appena quattro anni dopo vi lavoravano 982 dipendenti dei quali 224 militari, 738 civili e 40 detenuti, quest'ultimi in vista di un loro reinserimento nella società, oltre ovviamente a dirigenti amministrativi ed impiegati.[19] Per la sua avanzata concezione lo stabilimento, all'epoca il maggiore d'Italia, fu meta di

17 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 3.
18 ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248, f 3.

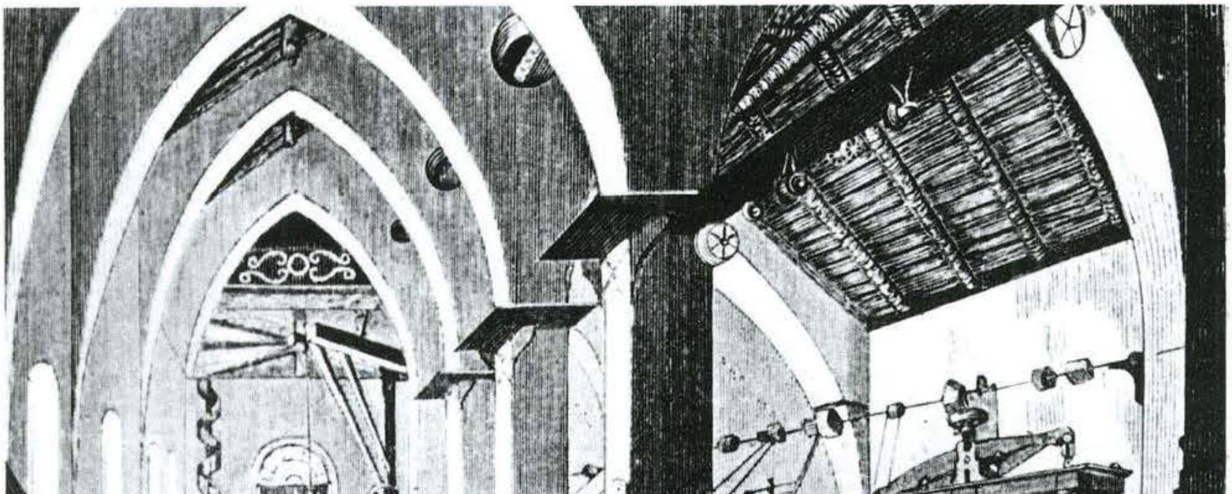
19 Precisa A. MANGONE, *L'industria...*, cit., p. 45:" Nel 1859-60 è la fabbrica metalmeccanica italiana che impiega più personale... L'Ansaldo di Genova, nello stesso periodo, impiegava poco più di 500 operai. L'opificio si estendeva su di una superficie di 34.000 mq- ritenuta peraltro insufficiente...- e disponeva di varie macchine a vapore con una potenza istallata complessiva di 163 HP...".



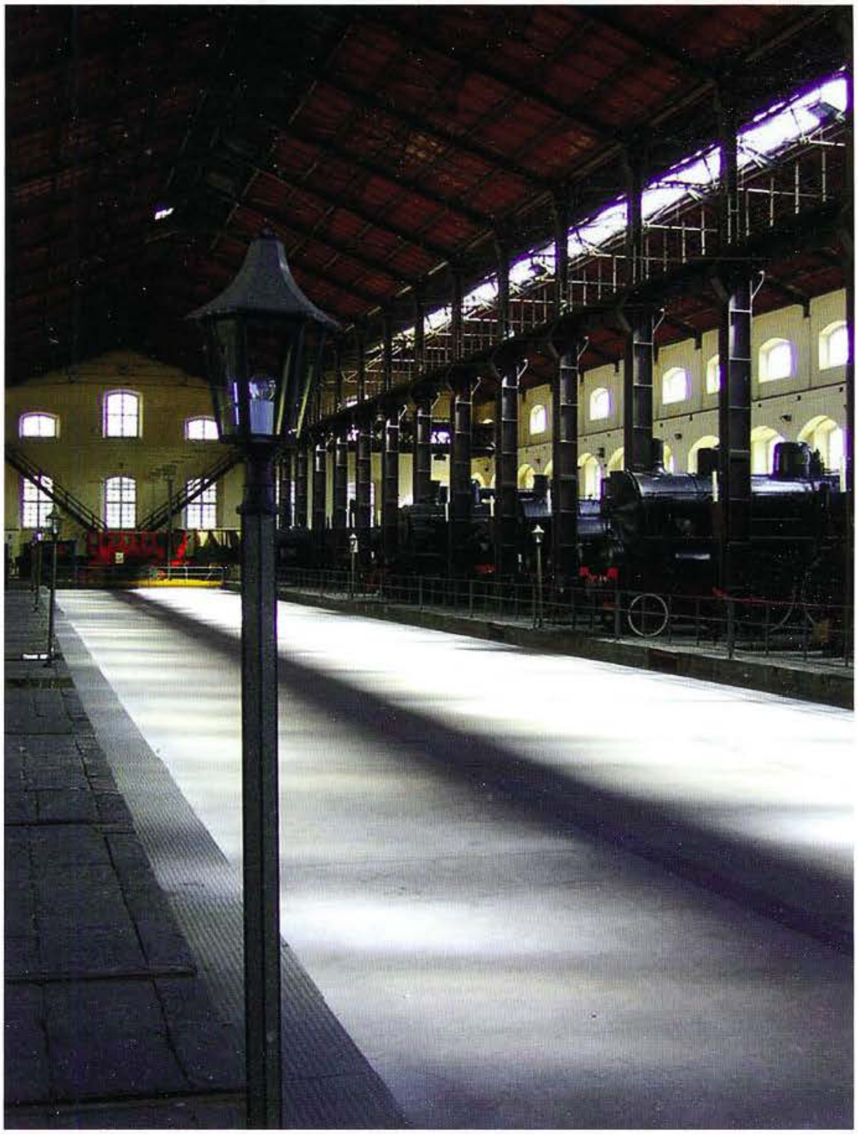
illustri personalità straniere, tra le quali il pontefice Pio IX e lo zar Nicola I di Russia. Quest'ultimo, ne fece rilevare la pianta riproducendolo a Kronstadt. Dopo l'unità d'Italia e, soprattutto dopo l'abbandono della propulsione ferroviaria a vapore, per Pietrarsa iniziò il tramonto, sebbene dall'avvio della produzione al 1905 vi si fossero costruite ben 300 locomotive, varie centinaia di carrozze e qualche migliaio di carri merci. Un profondo restauro, pochi decenni or sono, ha trasformato il vetusto rudere industriale nel Museo Ferroviario di Pietrarsa.

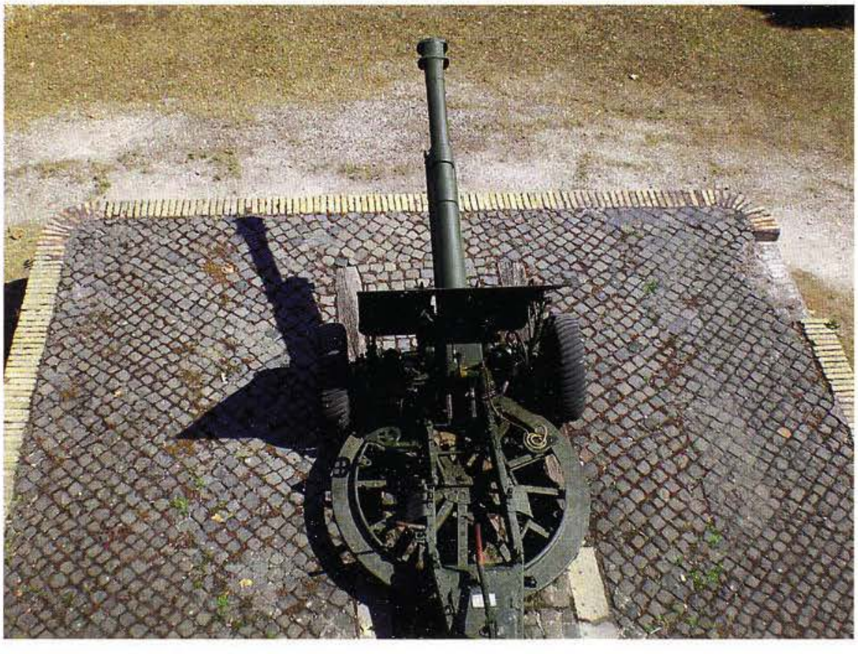
E sempre a proposito del ruolo giocato dalle ferrovie nell'unificazione nazionale e le innovazioni che produssero nel neonato Regno, è interessante ricordare una seconda unificazione nazionale, di gran lunga meno nota della precedente, ma che non ha mai suscitato recriminazioni negli anni successivi: quella dell'orario. I treni, che fino al 1862 viaggiavano secondo l'ora solare delle varie città, che giova ricordarlo differisce di oltre 35 minuti fra la propaggine più a est della Puglia e quella più a ovest della Liguria, dovettero per ovvie ragioni adottare un orario valido dovunque. In base a ciò il *Regolamento per la polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio*

In altro: *veduta del piazzale dello stabilimento di Pietrarsa.*
In basso: *veduta interna dello stabilimento di Pietrarsa.*
Nella pagina a sinistra: *pianta del Reale Opificio Meccanico e Pirotecnico di Pietrarsa.*



delle ferrovie che fu approvato con decreto dell'ottobre del 1862, prescriveva all'articolo 44 che: *"in ogni stazione principale deve esserci un orologio visibile da illuminarsi nella notte: ed ogni Macchinista di servizio, come ogni Capo-convoglio deve portare seco un orologio da tasca regolato su quello normale"*. Tuttavia ancora nel 1866 vigevano sei diverse ore ferroviarie, rispettivamente quella di Torino, Verona, Firenze, Roma, Napoli, Palermo e finalmente nel 1866 si decise di unificarle adottando il tempo medio di Roma, che paradossalmente ancora non faceva parte del Regno! Il 12 dicembre quel nuovo orario venne introdotto nelle ferrovie, nelle poste e telegrafi, quindi nel servizio interno e poi nelle principali città italiane, imponendosi per gli svantaggi che derivavano dalla sua non adozione. In pratica, tuttavia l'ora di Roma fu adottata a Milano in quello stesso 12 dicembre del 1866, a Torino e Bologna il 1° gennaio dell'anno seguente, a Venezia il 1° maggio del 1880 e a Cagliari nel 1886. Quanto al meridiano di riferimento fu indicato quello n° 12 ad est di Greenwich, pur essendo la longitudine di Monte Mario a Roma di 12° 27' 08.04".





In alto: *sala delle locomotive del Museo Ferroviario di Pietrarsa.*
In basso: *cannone del Gianicolo per lo sparo quotidiano delle ore 12:00.*
Nella pagina a sinistra
In alto: *lo stabilimento di Pietrarsa oggi dopo la trasformazione in Museo Ferroviario.*
In basso: *Pietrarsa: statua in ghisa di Ferdinando II di Borbone re di Napoli.*

TRAFORO DELLE ALPI
TRA
BARDONNÈCHE E MODANE

RELAZIONE
DELLA
DIREZIONE TECNICA
ALLA
DIREZIONE GENERALE DELLE STRADE FERRATE
DELLO STATO

TORINO
TIPOGRAFIA CERESOLE E PANIZZA
1863.

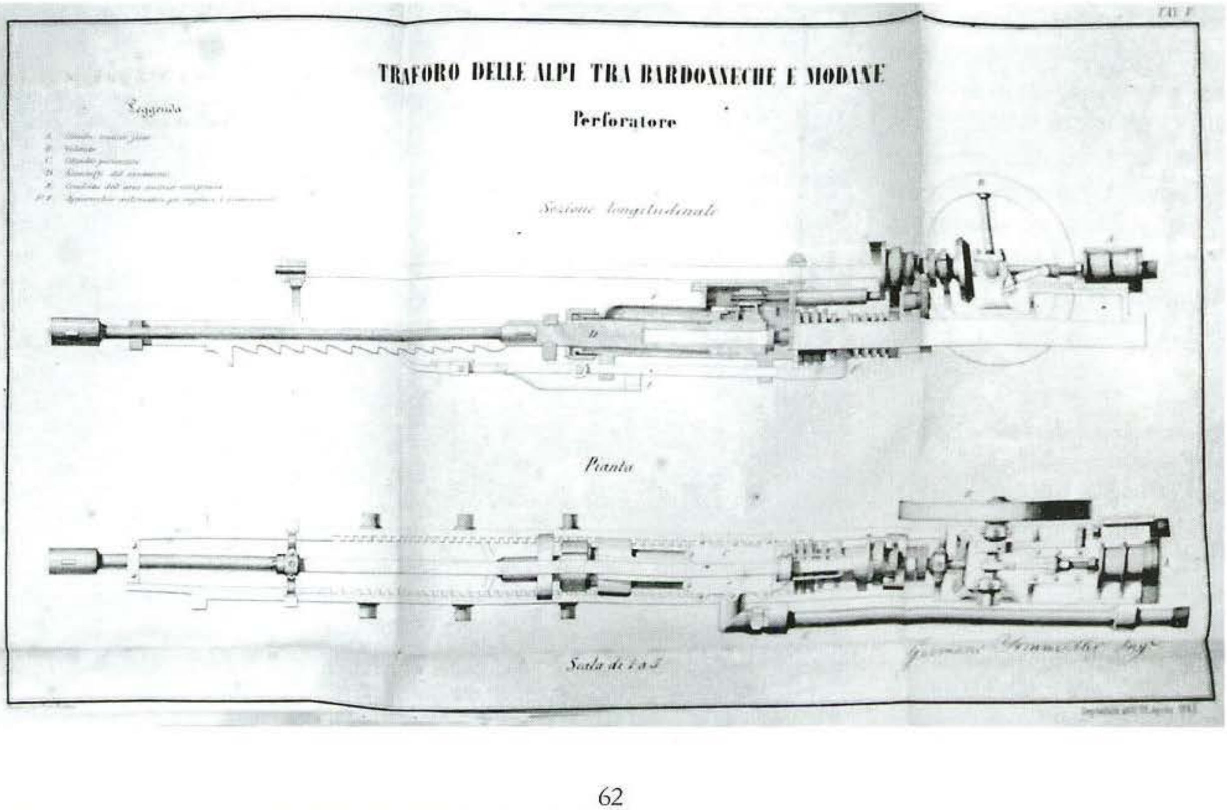
In alto: *ing. Giovan Battista Piatti, relazione sul traforo delle Alpi*
In basso: *pianta e prospetto della perforatrice pneumatica.*

Nella pagina a destra
In alto: *stampa raffigurante l'impiego della perforatrice pneumatica.*
Al centro: *traforo del Frejus: le batterie dei serbatoi di aria compressa.*
In basso: *traforo del Frejus: le perforatrici pneumatiche azionate a mano.*

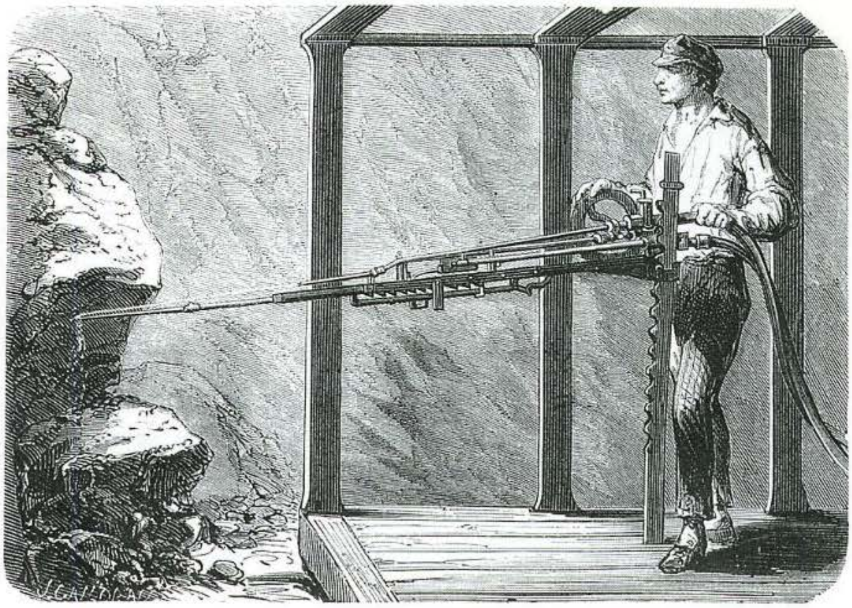
Trafori ferroviari e ta-pum

Le cartucce di dinamite confezionate dalle fabbriche di Nobel non erano ancora disponibili quando si intrapresero i grandi trafori ferroviari. La roccia veniva frantumata facendo esplodere cariche di polvere nera, più o meno intasata: tecnica lenta e pericolosa, dovendosi trapanare a mano i fornelli da mina e affidare ad una miccia, di incerta combustione, il brillamento delle cariche, senza contare il ristagno dei gas tossici sprigionati dall'esplosione in ambienti già di infima aerostazione.[20] Pertanto l'avanzamento dei tunnel era scandito dal monotono succedersi dei colpi di mazza battuti su di un lungo pistoletto d'acciaio, girato da un secondo minatore, seguiti dal rumore della roccia che si sgretolava. Per alcuni studiosi dei canti popolari fu forse quella ritmica cadenza a ispirare ai minatori delle lunghe gallerie ferroviarie subalpine un canto, divenuto celebre nella Grande Guerra come *ta-pum.* Non tutti gli esperti del settore, però, accettano quella spiegazione dello strano titolo che, a loro a parere, sarebbe invece derivato dallo sparo della carabina M95 in dotazione all'esercito austro-ungarico. Nelle adiacenti trincee italiane, infatti, per la velocità supersonica dei suoi proiettili si udiva prima il rumore dell'impatto, *ta* e poi il *pum* dello sparo. Spiegazioni entrambe plausibili e sensate ma,

20 Sulla preparazione dei fori da mina e sul loro caricamento antico con polvere nera cfr. E. BORGHESAN, *Il manuale del minatore,* Iglesias 1956, pp. 156-178.

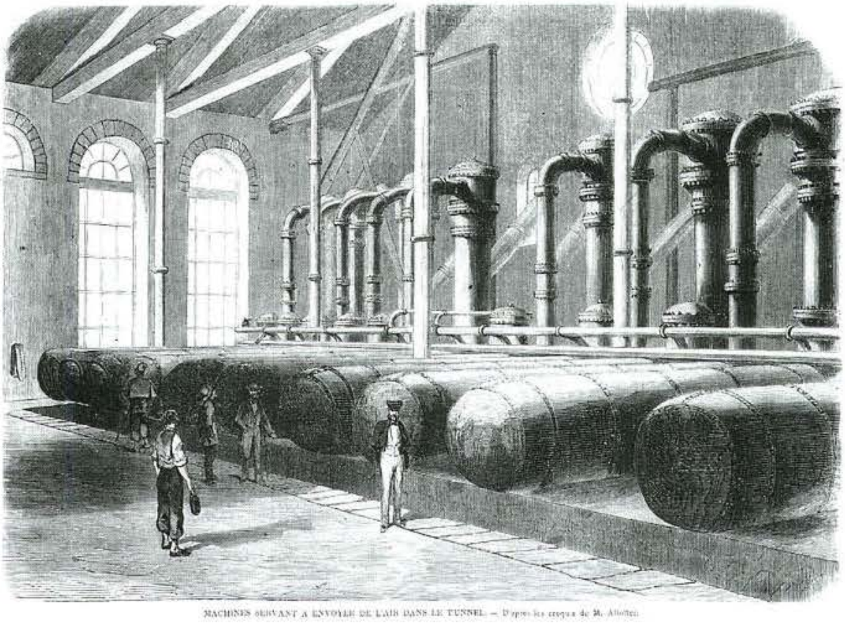


forse, fin troppo logiche per essere attendibili: quando le Penne Nere iniziarono a intonarlo quel canto vantava già un'anzianità di oltre mezzo secolo, per cui gli Alpini si limitarono ad adattarne le strofe. Estranei alla sua creazione, pertanto, i minatori del Frejus, come del Gottardo, tesi confermata da una ragione che merita di essere, sia pur brevemente, riassunta non fosse altro che per la sua futura rilevanza, specialmente presso i reparti del Genio Minatori.

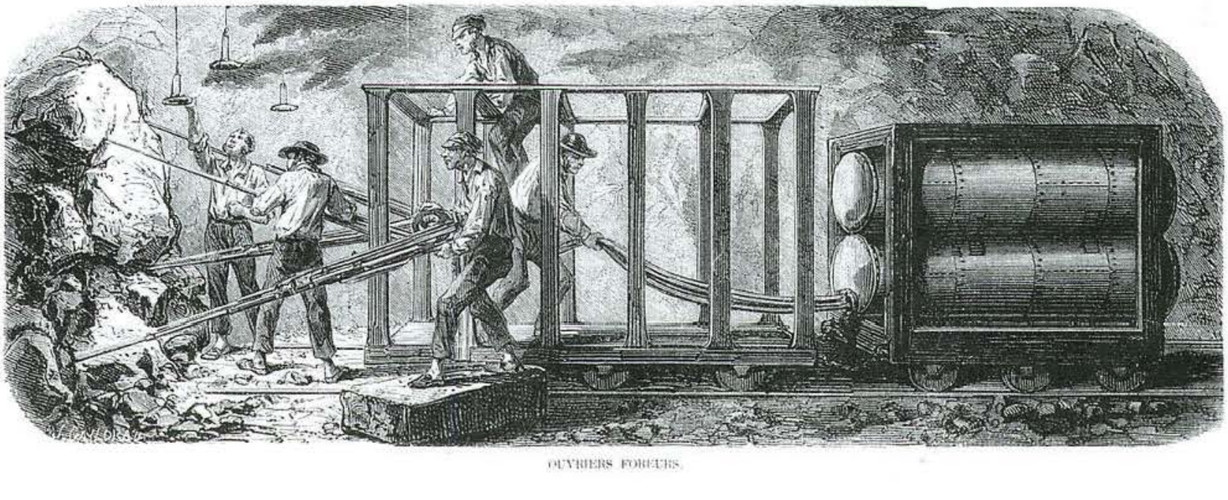


MACHINE A FORER.

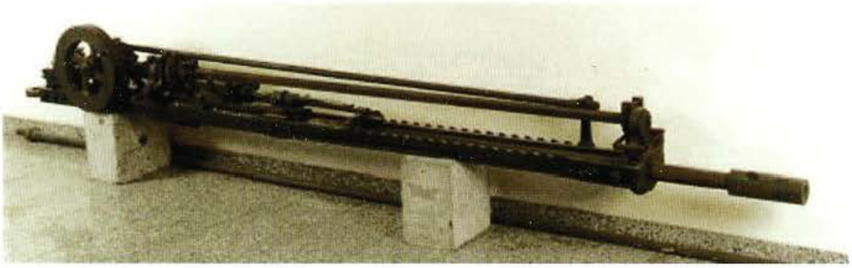
L'idea di collegare il Piemonte con la Francia tramite una galleria, condotta sotto il Frejus, lunga circa 13 km tra Bardonecchia e Modane, nacque persino prima della prima ferrovia: a proporla nel 1832 un semplice commissario di dogana, tal Giuseppe Francesco Medal. E mentre sui binari fra Napoli e Portici iniziò a sferragliare il pittoresco trenino del re di Napoli, nel 1840, quell'intuizione, in forma di dettagliato memoriale, pervenne a Carlo Alberto. Il suggerimento non ebbe seguito, sebbene un ministro dello stesso sovrano Luigi Des Ambrois lo rilanciasse, commissionando pure studi preliminari di fattibilità all'ingegnere britanni-

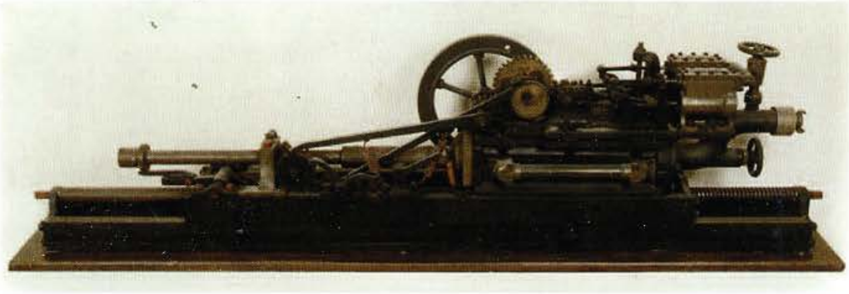


MACHINES SERVANT A ENVOYER DE L'AIR DANS LE TUNNEL. — D'après les croquis de M. Alloffen



OUVRIERS FOREURS.





risolto essendo precluso per l'altezza della sovrastante montagna, circa 1600 m, lo scavo di pozzi di ventilazione, quando, in quello stesso anno, la stampa accennò all'invenzione e al collaudo di una macchina perforatrice, apparentemente di scarsa rilevanza, ma che divenne subito la soluzione della grave deficienza: in pratica senza il suo apporto il traforo sarebbe rimasto una mera utopia! La macchina, ideata dall'ingegnere milanese Giovan Battista Piatti, può considerarsi un'anticipazione del noto martello pneumatico, e si basava sull'impiego dell'aria compressa

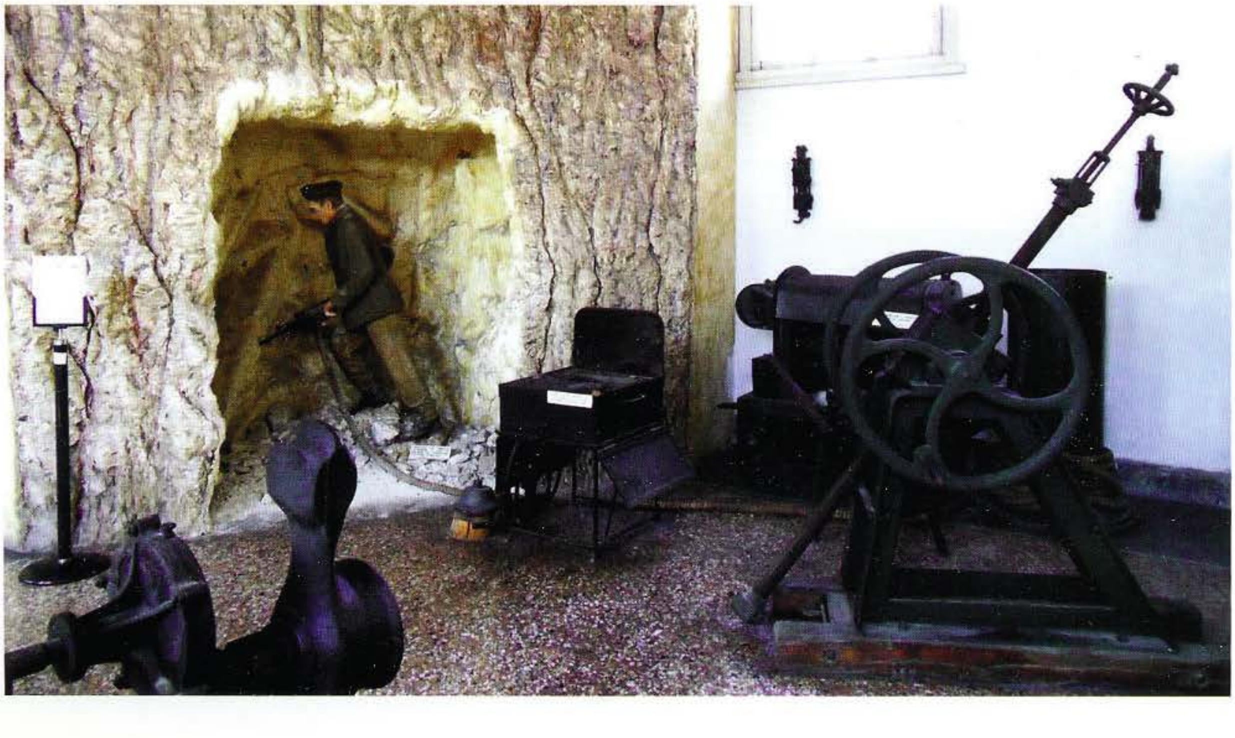
co Henri Maus. Quintino Sella, più noto come politico che come ingegnere, ebbe a sua volta l'incarico di studiare una soluzione per il problema dell'aerazione della galleria durante l'avanzamento dei lavori. [21]

La vicenda parve finire lì, ma trasformate quelle premesse in progetto dagli ingegneri Sommeiller, Grandis e Grattoni, il re Vittorio Emanuele II, il 31 agosto del 1857, ne avviò i lavori, finanziandoli con 42 milioni di lire. Il problema dell'aerazione era, però, ben lungi dall'essere

come fluido di alimentazione. Al riguardo lo stesso ingegnere aveva pubblicato già nel 1853 una sua significativa ricerca[22] in cui illustrava la perforatrice pneumatica di sua invenzione. La brevettò però con lievi modifiche l'ingegner Germain Sommeiller, e consisteva in una sorta di trapano nel quale la punta tubolare, propriamente

21 Per approfondimenti cfr. C. LESCA *Tre ingegneri per un traforo. La storia della ferrovia del Frejus*, Borgone di Susa (TO), 1998.

22 Nonostante la modestia della pubblicazione di appena 52 pagine, la rilevanza tecnica fu subito ritenuta rivoluzionaria. In merito cfr. G. B. Piatti, *Proposta per la strada ferrata tra Susa e Modane di un nuovo sistema di propulsione ad aria compressa da motori idraulici (sistema esperimentato in Inghilterra) e abbozzo di progetto pel traforamento delle Alpi*, Torino, 1853.

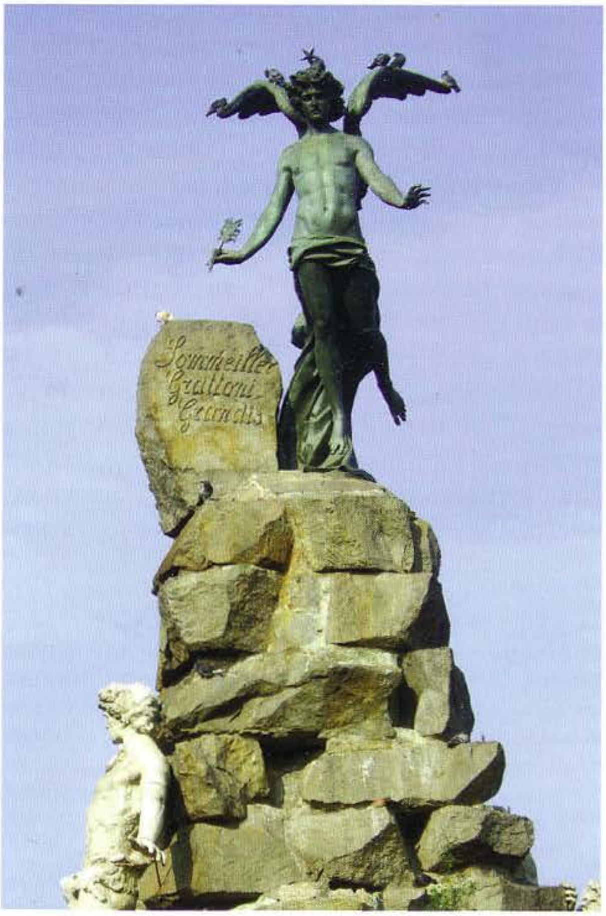


detta pistoletto, era fatta battere contro la roccia con frequenza costante tramite un percussore mobile azionato dall'aria compressa, mentre un piccolo motore ausiliario ne provocava la rotazione, procedimento identico a quello che, sia pure in miniatura, si è sviluppato nei piccoli trapani a percussione per bricolage. L'aria compressa, inoltre, sfogando dalla estremità anteriore del pistoletto, svuotava il foro dai detriti, lasciandovi un vano circolare di 2-3 cm di diametro idoneo ad ospitare le cartucce di dinamite, nel frattempo prodotte dal Nobel.

Le prove della perforatrice vennero effettuate in una cava di pietre di Sampierdarena con ottimi risultati, che finirono divulgati dalla stampa locale che in data 13 febbraio 1857 così annunciava: *"Si stanno facendo in questi giorni, gli esperimenti della macchina Sommeiller, Grandis e Grattoni per forare gallerie, con motore idraulico e ad aria compressa; il saggio del taglio si fa nella cava delle pietre a Sampierdarena, con l'acqua Nicolay. Daremo notizia di così importante ritrovato, dato che se riuscisse permetterebbe di forare ogni anno 2800 metri di galleria e così risolverebbe il problema tanto studiato del passaggio di ferrovie attraverso le Alpi."*[23]

L'aria compressa che le azionava era prodotta da batterie di enormi compressori, mossi da turbine idrauliche, e trasportata in galleria da condotte d'acciaio, sempre più lunghe. Agli arcaici pistoletti dei minatori si erano sostituiti dei lunghi e rapidi fioretti, che alla velocità di 2 m/h preparavano i fornelli da mine, per le cartucce di dinamite. La stessa aria, sfogata dalle perforatrici, collocate in numero di dieci alla testa di un apposito carrello da perforazione *(wagons-drill)*, garantiva un discreto ricambio d'aria nella galleria, abbassandone pure la temperatura dopo le esplosioni e migliorando così l'ambiente di lavoro.[24] Non a caso il tunnel terminò addirittura in anticipo sui tempi preventivati, inaugurandosi appena 13 anni dopo, con una spesa complessiva di 70 milioni, e con un numero di vittime relativamente modesto per lavori minerari di tale entità.

In alto: *imbocco della galleria del Frejus.*
In basso: *monumento commemorativo dei tecnici che progettarono e diressero i lavori del traforo del Frejus.*



23 Il brano è tratto dal *Corriere Mercantile* del 13 febbraio 1857.
24 In merito al problema della ventilazione in gallerie di notevole lunghezza, simili in ostanza a delle miniere, cfr. L. GERBELLA, *Arte mineraria*, Milano 1960, vol. II, pp. 817-92.

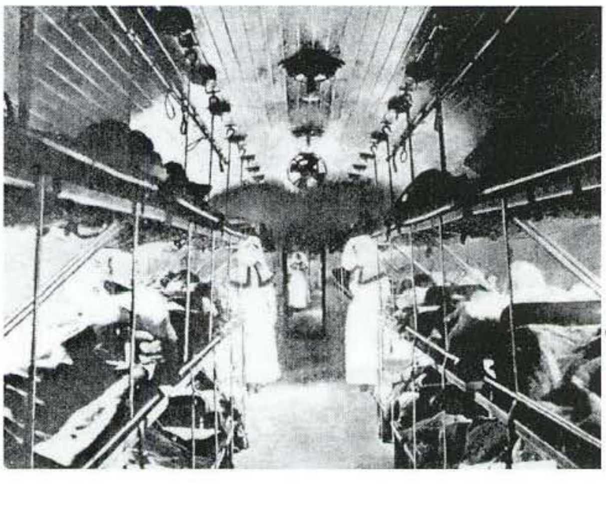
Nella pagina a sinistra
In alto: *la perforatrice pneumatica del Sommeiller.*
In basso: *ISCAG: sala dedicata al Genio Minatori, con plastico di scavo di gallerie da mina.*

La rilevanza dell'invenzione fu tale che lo stesso Cavour volle osservare direttamente la macchina al lavoro, tanto più che era stato lui fino allora il più strenuo sostenitore del traforo, messo in forse dalla cessione della Savoia alla Francia. E sebbene non superasse la velocità di avanzamento di 3 m al giorno, permise di effettuare in 13 anni un lavoro che altrimenti ne avrebbe richiesti una quarantina. Il comune di Sampierdarena, conscio del ruolo determinante della perforatrice pneumatica ne volle commemorare il collaudo nel 1877 con una lapide, escludendo così involontariamente dal novero dei possibili autori del *ta-pum* i minatori del Frejus.

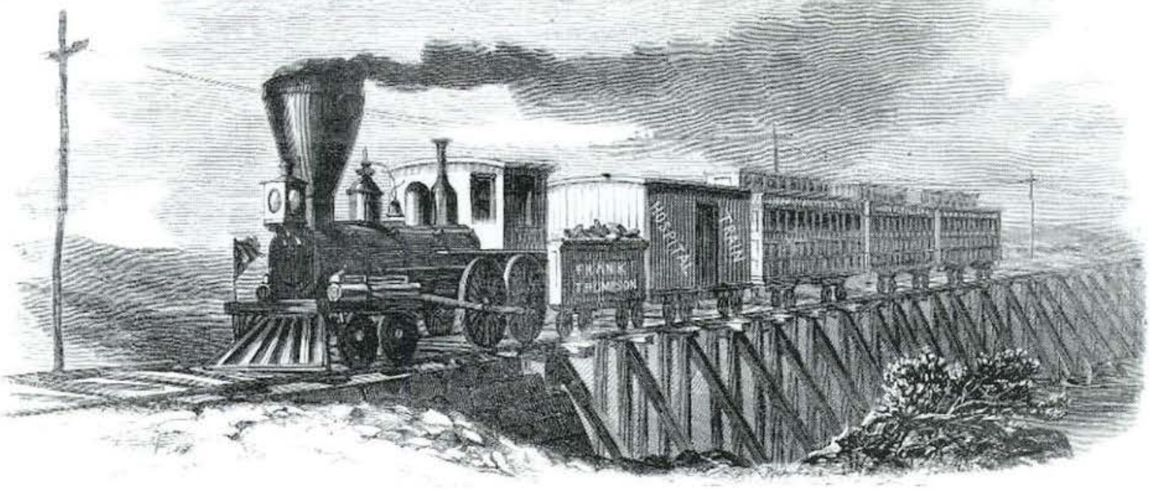
I treni con la croce rossa

Dalla stazione di Liverpool diretto a Manchester, il 15 settembre del 1830, partì il primo convoglio ferroviario, ripetendo nei giorni immediatamente successivi numerose altre corse. Una di queste fu funestata da un tragico incidente, anche esso il primo della storia ferroviaria: un noto parlamentare di Liverpool, William Huskisson[25], inciampato e caduto sulla rotaia al sopraggiungere di un'altra locomotiva, ne ebbe la gamba recisa. Portato con lo stesso convoglio nell'ospedale della vicina città, morì nove ore dopo, per cui prima ancora di essere la prima vittima di un treno era stato il primo ferito a esservi trasportato, inaugurando del tutto involontariamente l'utilizzo delle ferrovie per il trasferimento dei feriti gravi provocati da catastrofi naturali e soprattutto, dai conflitti di anno in anno sempre più cruenti, suggerendo così l'allestimento di speciali carrozze ad ospedali mobili da utilizzare. Lo Stato Maggiore prussiano fu il primo a organizzare un treno del genere, conscio delle grandi opportunità che il mezzo offriva per l'evacuazione dei feriti, avendone già compreso i vantaggi tattici derivanti dall'impiego della ferrovia per il concentramento delle forze. In pratica nelle diverse carrozze, oltre alle lettighe per i feriti collocate in maniera da realizzare una vera corsia facilmente percorribile dal personale medico e paramedico, per lo più infermiere, erano sistemate pure delle sale diagnostiche complete e chirurgiche attrezzate adeguatamente, potendo così operare senza ulteriori perdite di tempo i casi più gravi. Ovviamente un convoglio del genere era, e continua ad esserlo, in grado di accorrere nel giro di poche ore nelle adiacenze delle catastrofi naturali e dei campi di battaglia, prestando un insostituibile soccorso alle vittime.

Sotto: *una crocerossina in procinto di salire su di una carrozza ospedale.*
In basso: *interno di una delle prime carrozze ospedale-militare della fine del XIX secolo.*

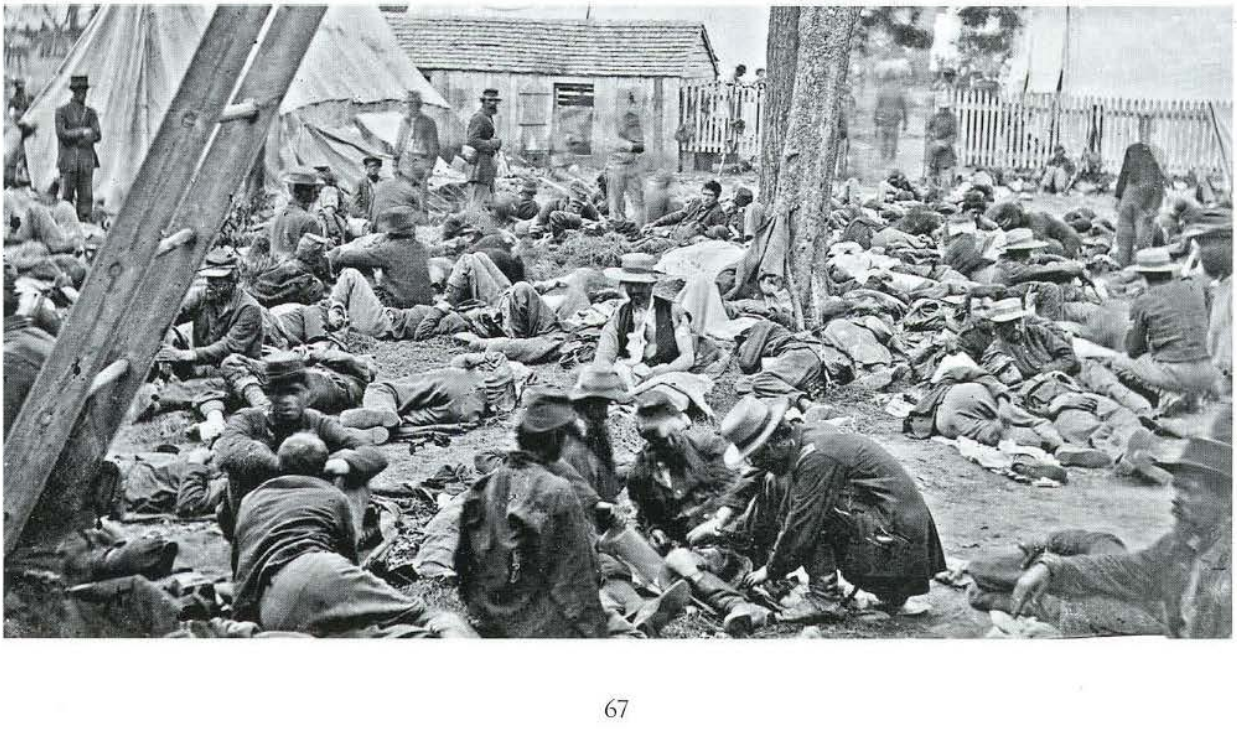


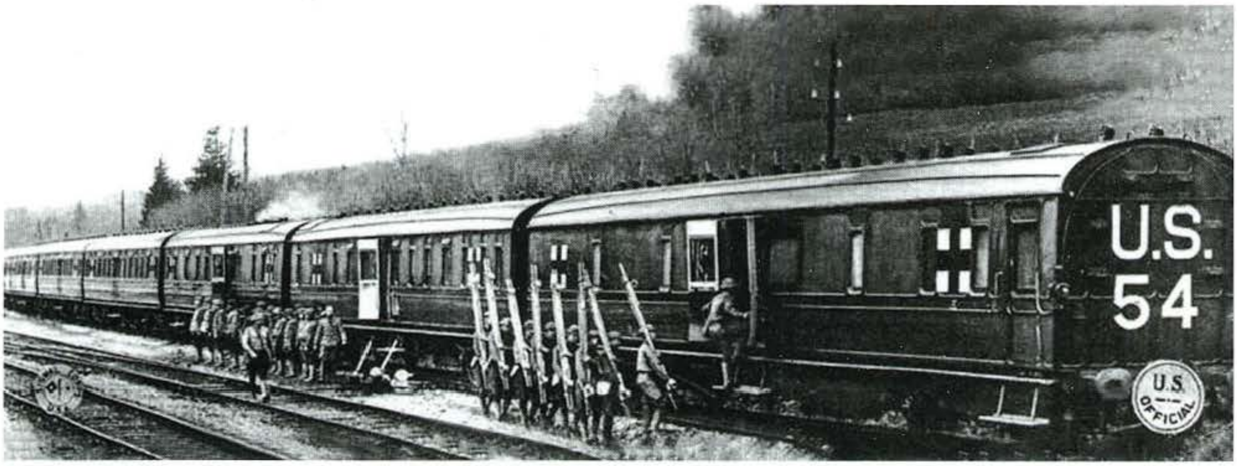
25 La fine di William Huskisson cfr. L.STEPHEN, S.LEE, *Dictionary of National Biography from the earliest times to 1900*, London, Oxford University Press, 1949, così viene ricostruita: " Huskisson, per natura goffo e incerto nei movimenti, aveva una sorta di predisposizione per gli incedenti. Si era slogato una caviglia nel 1801, restando perciò un po' claudicante. Tre volte si era rotto un braccio, e dopo l'ultima frattura nel 1817, ne aveva persi definitivamente l'uso. Nella circostanza, tentando di salire su di una carrozza ha perso l'equilibrio ricadendo sul binario a fianco, mentre sopraggiungeva una locomotiva che passandogli sopra gli tranciò la gamba. Subito messo sulla stessa, fu trasportata alla massima velocità a Eccles, alla casa del vicario. Per la notevole perdita di sangue restò in agonia per nove ore, dopo di che dettate con calma e serenità le sue ultime volontà spirò intorno alle 21. Fu sepolto con una pubblica cerimonia a Liverpool il giorno 24.".



I Prussiani, come accennato, furono i primi ad organizzare un treno ospedale durante la guerra dello Schleswing, conflitto che si svolse nella sua prima fase dal 1848 al '51 nella Danimarca del sud e nella Germania del nord, per il controllo dei ducati di Schleswing e Holstein. Pochi anni dopo anche gli Inglesi allestirono un loro treno ospedale, facendolo muovere sulla *Gran Crimean Central Railway*, durante la guerra di Crimea (1853-'56): scarsa per la verità l'assistenza iniziale, limitata per lo più alle cure delle sole infermiere, protette insieme ai feriti dalle grandi croci rosse su fondo bianco dipinte sulle carrozze, emblema che sarà adottato pochi anni dopo per tale scopo dalla Convenzione di Ginevra. Fu la volta degli Americani del nord che, durante la Guerra di Secessione, costruirono nel 1862 le prime carrozze volutamente progettate per la funzione di ospedale mobile, con sospensioni più flessibili, supporti elastici per le barelle, riscaldamento a vapore, cucine e personale medico ed infermieristico di accurate preparazione ed esperienza. Divenne, per molti aspetti, quello l'archetipo di riferimento di tutti i treni ospedale da allora allestiti dalla diverse Nazioni, che si dimostrarono insostituibili non solo nelle operazioni militari ma anche, e sempre più spesso, nelle calamità naturali, grazie anche ai rilevanti sviluppi che sul finire della seconda metà dell'800 ebbe un po' dovunque la rete ferroviaria.

In alto: *uno dei primi treni ospedale statunitensi.*
In basso: *foto di un ospedale da campo durante la Guerra di Secessione.*





Treni ospedale vennero, e sono ancora, utilizzati da Nazioni che non dispongono di una assistenza sanitaria capillarmente diffusa sul territorio, a fronte della loro grande estensione territoriale. In India ad esempio, opera dal 1991 il *Lifeline Express* che, spostandosi di stazione in stazione, durante le apposite soste porta alle popolazioni delle zone rurali più abbandonate e periferiche l'assistenza di personale medico qualificato, altrimenti assolutamente indisponibile. In maniera analoga, a partire da quegli stessi anni, anche in Cina operano quattro convogli ospedale, specializzati nella chirurgia oftalmica, come pure dal 1994 in Sudafrica il treno ospedale *Phelophepa* ed in Russia il *Terapevt Matvey Mudrov*, che assiste in particolare il personale delle ferrovie disperso lungo la sua stermina rete.

Venendo all'Italia, i primi treni ospedale risultano utilizzati dall'Armata Sarda già nel 1859[26], per l'evacuazione dei feriti all'indomani della battaglia di Montebello del 20 maggio 1859.

26 Circa l'organizzazione del servizio sanitario nell'Armata Sarda a cavallo degli anni '50 del XIX secolo, cfr. R. ARTUSI, *Il servizio sanitario nell'Armata Sarda durante la campagna di Crimea (1855/56)*, in *Studi Storico Militari* 1996, Roma 1998, pp. 345-83.

In alto: *un treno ospedale statunitense degli inizi del XX secolo.*
Al centro: *treno ospedale russo Terapevt Matvey Mudrov.*
In basso: *treno adibito al trasporto degli ammalati.*

In alto: *carrozze 'centoporte' riallestite ad ospedale militare.*
Al centro: *feriti sistemati in una carrozza di un treno ospedale.*
In basso: *interno di una carrozza 'centoporte' di un treno ospedale militare.*

In dettaglio l'avvicinamento al convoglio avveniva su ambulanze trainate da muli fino alla stazione di Voghera, dove i feriti erano disposti su carri merci pianali, sopra uno strato di paglia. In quello stesso anno nella battaglia di Solferino e San Martino, le migliaia di feriti rimasti sul campo vennero evacuati verso Brescia e Bergamo avvalendosi della recente linea ferroviaria Milano-Venezia. Anche dopo la sanguinosa battaglia del Volturno si organizzò, per volere di Garibaldi, l'evacuazione dei feriti su ferrovia dalla stazione di S.Maria Capua Vetere utilizzando la linea Ceprano-Napoli. Ma per trovare in Italia un treno ospedale propriamente detto bisogna attendere l'Esposizione generale di Torino del 1884, quando un convoglio appositamente progettato e costruito come ospedale ambulante vi fu esposto. Il materiale che lo componeva apparteneva alla Società per le Ferrovie dell'Alta Italia e della Società Veneta, e venne fatto circolare sull'intera rete sostando persino a Napoli. Negli anni seguenti altri treni ospedale vennero costruiti o allestiti per conto della Sanità Militare e del Corpo Militare della Croce Rossa Italia e del Corpo Militare dell'ACISMOM, e si dimostrarono di straordinaria rilevanza nei giorni successivi al terremoto di Messina.

I raggi X

La scoperta di enigmatiche emissioni radianti fatta, sul finire dell'800, dal fisico tedesco Wilhelm Conrad Röntgen, 1845-1923, professore all'Università di Würzburg, avvenne casualmente, come del resto molte altre nella storia della tecnologia. Studiando i fenomeni che si manifestavano in un tubo di Crookes, in seguito più conosciuto come tubo catodico, osservò che il suo funzionamento provocava delle fluorescenze verdastre su un piccolo schermo di vetro al platino cianuro di bario: li attribuì a ignoti raggi che definì perciò X. Il tubo, che per ingombro e forma ricordava un fiasco con due colli opposti, conteneva, oltre a un residuo d'aria, da una parte un filamento, come quello delle comuni lampadine, e dall'altre un dischetto di platino o tugsteno.[27] Il primo, alimentato a bassa tensione, era collegato al polo negativo di un generatore di alta tensione, divenendo così il catodo del circuito; il secondo collegato al polo positivo ne diveniva l'anodo. Al passaggio della corrente nel filamento vi si formava intorno una sorta di nebbia di elettroni liberi che, inserita l'alta tensione, attratti dall'anodo, lo colpivano fulmineamente. Per la violenza dell'impatto scaturiva, proiettandosi all'esterno un flusso di particelle subatomiche di elevatissima energia ed altissima frequenza, la causa della fluorescenza osservata, capaci perciò di trapassare masse non molto dense e, soprattutto, d'impressionare una pellicola fotografica ancora nella sua custodia. Anche Crookes aveva notato quel curioso fenomeno, ma lo aveva attribuito a un difetto della lastra, chiedendone la sostituzione!

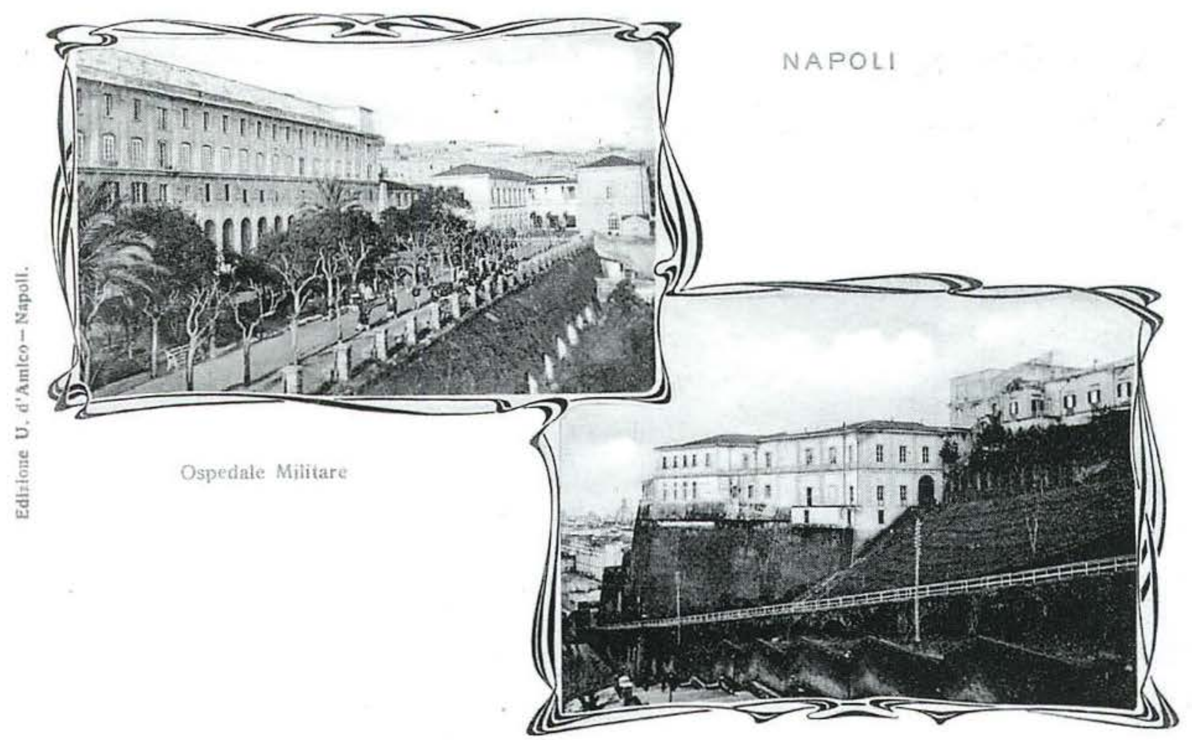
In esperimenti successivi, l'8 novembre del 1895 Röntgen muovendo lo schermo con la mano vide, all'improvviso, comparirvi sopra l'immagine del suo scheletro. Un paio di settimane dopo, posta una lastra fotografica all'interno di una busta nera e questa all'interno di un cassetto, chiese alla moglie di posarvi sopra la mano, e di tenervela ferma per circa un quarto d'ora col tubo in funzione. Sviluppata la lastra vi apparve nitida la trama ossea: quel 22 dicembre era stata eseguita la prima radiografia dei vari miliardi che da allora a oggi si realizzano in ambito medico. Röntgen conscio dei benefici che la neonata tecnica poteva fornire alla diagnostica, ne diede immediato annuncio alla comunità scientifi-

ca pubblicando già il 28 dicembre un approfondito articolo dal titolo *"Su un nuovo tipo di raggi: una comunicazione preliminare"* dandone pure contezza alla Società Medica di Würzburg. La comunicazione tuttavia non ebbe seguito per cui soltanto dopo il 1908, e cautamente, l'auspicato impiego si avviò!

Diviene a questo punto di grande rilevanza apprendere che già nel maggio del 1896, nell'ospedale militare di Napoli[28], a opera del Tenente Colonnello Giuseppe Alvaro furono effettuate le prime radiografie su due soldati feriti. Di essi il primo, tal Musiani Alfredo del 2° battaglione bersaglieri d'Africa, era stato colpito al braccio il 25 febbraio nello scontro con le bande ribelli di Ras Sebat e di Agos; il secondo,

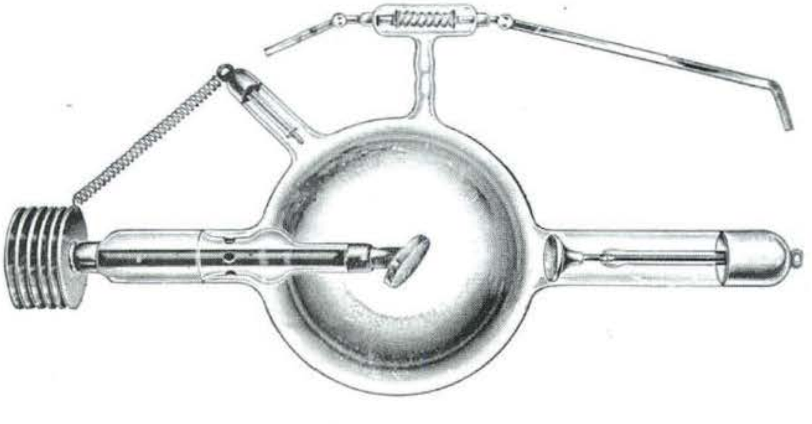
27 Circa la scoperta, la produzione e le caratteristiche dei Raggi X, cfr. AA.VV, *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, Milano 1965, vol. X, alla voce *X raggi*.

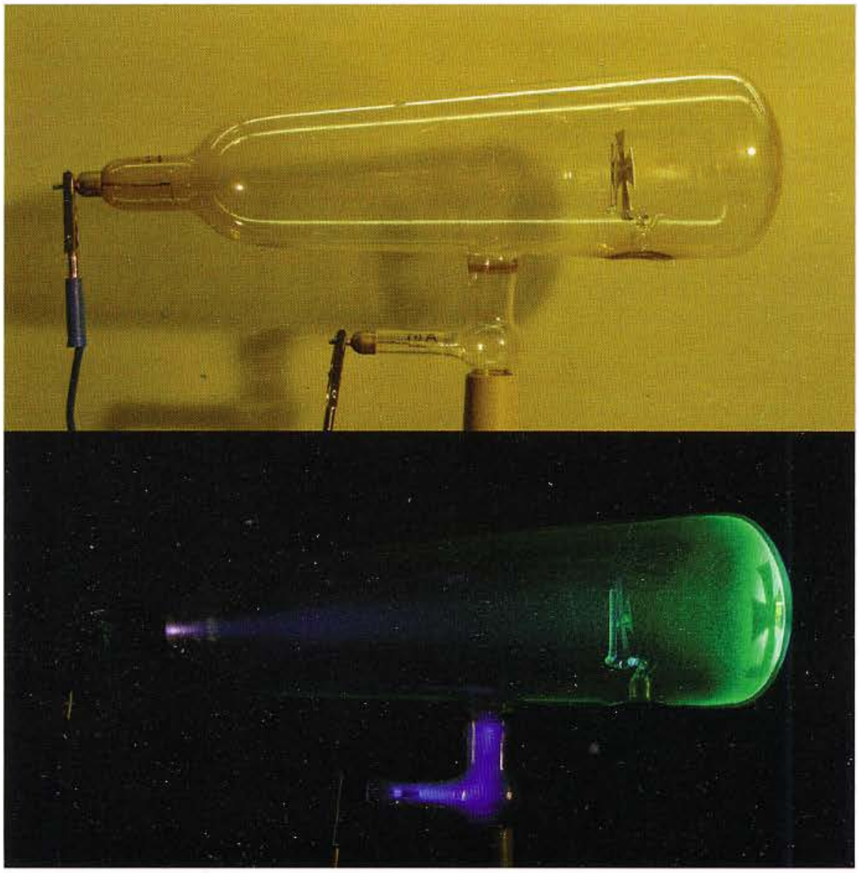
28 In merito alla prima radiografia effettuata in Italia, esiste una certa indeterminazione: secondo molti autori, che però recitano tutti la medesima fonte peraltro incerta, sarebbe stata effettuata dal prof. A. Righi poco dopo il 1895, in data non precisata ma definita rispetto al 1895 *'nello stesso periodo'* che ovviamente non significa nello stesso anno! Di certo nel maggio del 1896 nell'ospedale militare di Napoli furono effettuate delle radiografie per l'individuazione e l'estrazione di pallottole da due soldati feriti in Africa. La vicenda si può leggere in maniera dettagliata nella piccola pubblicazione di M. DE CIUTIIS, *I Raggi Röntgen*, Napoli 1896.



tal Sinigaglia Leopoldo della 5ª batteria d'Africa, il 1° marzo nella battaglia di Adua, sempre al braccio. Per ambedue la localizzazione dei proiettili in precedenza impossibile, avvenne con facilità dopo la radiografia, seguita dall'estrazione e da pronta guarigione. Il 20 giugno dello stesso anno, l'Alvaro, (che diverrà in seguito Generale medico dopo essere stato col grado di Colonnello tra il 1898 ed il 1906 Direttore di Sanità del VII Corpo d'Armata) scrisse una dettagliata relazione al riguardo in cui tra l'altro affermava: *"Il procedimento pratico di applicazione dei raggi Röntgen è semplicissimo: si prende una lastra fotografica preparata, si avvolge in carta nera con ripetuti strati, si mette entro scatola di cartone o di legno, o sopra tavoletta, e si pone con la gelatina impressionabile in avanti ed al di sotto della parte del corpo di cui si vogliono ritrarre le ombre, fissandola ad essa con bende di garza o di mussola. Al di sopra di detta parte si colloca il tubo di Crookes alla distanza dai 20 ai 30 centimetri, e si fa arrivare in esso la corrente che si scarica dal rocchetto di Ruhmkorff. Dopo venti minuti od una buona mezz'ora, o più di seduta, secondo la potenzialità della scarica e la natura, lo spessore e la densità di quel che si vuole ritrarre, si ottiene una negativa con la relativa ombra bianca in fondo nero, che poi sulla positiva apparirà nera in fondo bianco. Ora, mentre il mondo scientifico lavora attorno all'immortale scoperta, giunsero tra noi i feriti della guerra che la civile Italia combatte contro la barbarie africana...".*

Nella pagina a sinistra: *ritratto di Wilhelm Conrad Röntgen.*
In alto: *foto cartolina dell'Ospedale Militare di Napoli.*
In basso: *tubo radiogeno di Crookes.*

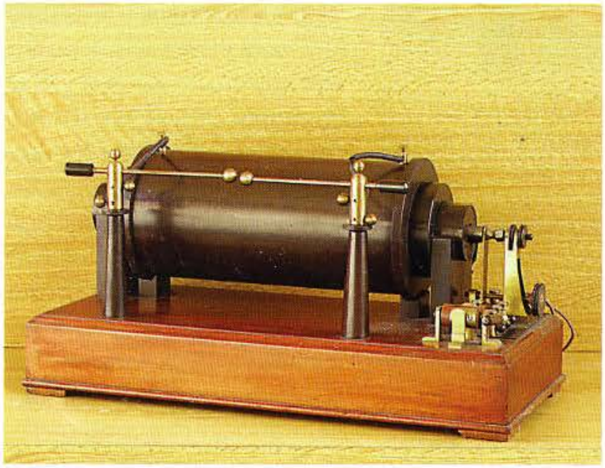




Quanto rudimentale fosse l'impianto utilizzato per quelle prime radiografie italiane lo conferma la durata della esposizione, quasi 20 minuti, per una lastra che oggi richiede al massimo un centesimo di secondo con il minimo voltaggio, e l'adozione di un rocchetto Ruhmkorff per produrre l'alta tensione, che oggi si usa solo per le candele dei nostri autoveicoli! La collocazione per contatto della lastra, sostituita poi della pellicola inventata nel 1891, e la posizione inclinata del tubo radiogeno, determinavano delle proiezioni casuali che deformando la radiografia ne complicavano l'interpretazione. Eppure nonostante il moltiplicarsi delle radiografie, negli anni che seguirono gli apparecchi radiologici fecero ben pochi progressi, persistendo proprio in ambito medico un esplicito e diffuso scetticismo nei loro confronti. Perdurerà fino quasi all'inizio della Grande Guerra per cui è sensato affermare che dal 1896 al 1915 pressoché nulla era mutato e con un esiguo numero di quei raffazzonati congegni si entrò in guerra!

Dopo i primi scontri il quadro cambiò rapidamente: si era finalmente compreso, infatti, in Italia come nelle altre Nazioni belligeranti, l'enorme ausilio che la radiografia forniva per l'individuazione e la ricerca di proiettili e schegge nei feriti. Si allestirono allora numerosi impianti di tipo fisso per gli ospedali propriamente detti, mobili invece per quelli campali, e persino someggiati per gli esami a ridosso delle prime linee, essendosi ormai constatato che l'immediata estrazione dei proiettili incrementava notevolmente la sopravvivenza dei feriti. Quanto arcaiche fossero le connotazioni della maggioranza dei coevi ospedali lo testimonia l'assenza in essi dell'energia elettrica: pertanto gli impianti rx, fissi, campali o someggiati per poter funzionare per prima cosa dovevano generarla!

In alto: *tubo di Crookes in funzione.*
A fianco: *la prima radiografia: la mano della moglie di Conrad Röntgen.*



Si ricorse abitualmente a delle dinamo, azionate da apposite manovelle poste in rotazione da due soldati. La corrente continua in tal modo prodotta, però, non si prestava all'innalzamento della tensione, per cui occorreva renderla intermittente tramite un ruttore prima di inviarla al rocchetto Ruhmkorff, ruttore dapprima azionato dal magnetismo dello stesso rocchetto, come in un normale campanello elettrico!

La tensione così ottenuta non superava i 30-40.000 volt con un paio di milliampere di corrente, contro i 120-150 KV e il migliaio di milliampere dei moderni apparecchi, per cui occorreva aumentare a dismisura i tempi di posa. Trattandosi, però, di localizzare piccole masse di piombo o di ferro, metalli molto opachi ai raggi, il contrasto con i tessuti circostanti risultava netto e ben evidente nonostan-

In alto, a sinistra: *rocchetto Ruhmkorff.*
In alto, a destra: *lo stesso visto frontalmente.*
In basso: *apparecchio radiologico campale degli inizi del '900: al centro il rocchetto Ruhmkorff.*

te la scadente qualità delle immagini. Va precisato che l'indagine radiologica soprattutto in ambito militare si bipartì in due distinte modalità, una per l'esplorazione corporea in emissione continua dei raggi, o radioscopia, l'altra per l'impressione delle lastre, o radiografia. La ricerca di un proiettile o di una scheggia, la cui posizione nel corpo quasi mai coincideva col foro d'entrata, doveva effettuarsi in scopia e solo dopo la localizzazione si effettuava la lastra per fornirne al chirurgo l'esatta posizione. In pratica un assistente spostava il tubo radiogeno sotto il paziente ed un radiologo spostava a sua volta lo schermo su tutto il corpo, mentre un paio di soldati facevano girare la dinamo![29]

Il crescente numero di feriti impose la moltiplicazione delle unità radiologiche ed il reperimento di nuove figure professionali per la loro gestione, per cui vennero istruiti degli appositi tecnici. Si costruirono pure degli impianti montati su autoveicoli, muniti di gruppi elettrogeni azionati non di rado dal loro stesso motore. Vennero definite ambulanze radiologiche, e ne fu assegnata una per ogni Corpo d'Armata, per potersi portare presso le sezioni di sanità per prestare la propria opera. Ogni ambulanza disponeva di una completa attrezzatura radiologica, in grado di eseguire sia radioscopie che radiografie, completa di camera oscura per lo sviluppo delle lastre, agli ordini di un Ufficiale medico competente assistito da un aiutante di sanità.

Ma se l'efficacia della radiologia trovò presto generalizzata adozione, la sua pericolosità, a lungo sottovalutata, tardò ad imporre le elementari cautele. Il tubo di Röntgen, sebbene montasse un anodo dalla superficie inclinata a 45° per far riflettere in direzione perpendicolare i raggi, in pratica li sparava un po' dappertutto, non essendo ancora racchiuso in una cuffia piombata, ma istallato a giorno su un treppiedi fotografico. E le conseguenze purtroppo non si fecero attendere: il pericolo che l'esposizione alle radiazioni X rappresentava per la salute era sia pure confusamente noto, ma complice l'urgenza per l'incessante afflusso di feriti e la pesantezza delle protezioni molto spesso si trascurò qualsiasi precauzione, specialmente durante la scopia, quando alla mano del radiologo occorreva la completa sensibilità per la diagnostica. Si manifestarono allora con crescente frequenza le dermatiti radiologiche, non di rado inguaribili e premessa della cancrena, spesso tragico anticipo di morte dopo atroci mutilazioni. Ma grazie anche a quei martiri dell'abnegazione, centinaia di migliaia di feriti furono salvati promuovendo anche in ambito civile la radiografia a imprescindibile strumento diagnostico.

29 Per formarsi una idea dei primi apparecchi radiologici usati nella Grande Guerra è interessante consultare il Museo Virtuale di Fisica Medica, *on line*, alla voce Radiologia Militare, e in particolare la sezione dedicata alla Radiologia.

In alto: *Grande Guerra: impianto radiologico campale someggiato su 6 muli.*

In basso: *ambulanza radiologica Renault.*

Maria Skłodowska, più nota come madame Curie, prodigatasi per l'allestimento di ambulanze radiologiche in Francia, scriveva a conclusione di una sua dettagliata memoria: *"La storia della radiologia di guerra offre un esempio sorprendente dell'ampiezza insospettata che può avere, in alcune condizioni, l'applicazione di scoperte di ordine puramente scientifico. I raggi X ... non hanno avuto in questo quadro, che un utilizzo limitato fino allo scoppio della guerra. La grande catastrofe che si è abbattuta sull'umanità, producendo vittime in numero spaventoso, ha fatto sorgere per reazione il desiderio forte di salvare tutto quanto era salvabile... Nel giro di alcuni anni si trova costituito un sistema regolamentare, dove medici e chirurghi concepiscono poco la possibilità di trascurare l'impiego dei raggi X... Diviene così impossibile limitare al tempo di guerra le concezioni che hanno prevalso in modo definitivo. Il diritto all'esame radiologico, o al trattamento con i raggi X, è, d'ora in poi, per tutti i malati, un diritto generale e incontestato, e si vede nascere una organizzazione dopo la guerra destinata a rendere questo diritto effettivamente operante..."*[30]

Il futuro le ha dato ragione.

In alto: *ritratto di madame Curie.*
In basso: *radiografia di un piede con proietto ritenuto.*
In basso, a sinistra: *protezione piombata integrale per operatori radiologici.*

30 Il brano è tratto da M. CURIE, *La Radiologia e la Guerra,* Parigi 1921, traduzione G. Trivia 2010, p. 51.

La penicillina

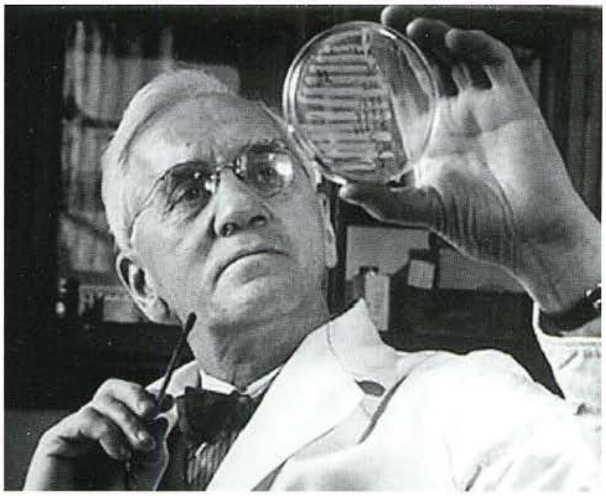
Nel 1895 il dottore Vincenzo Tiberi, nato nel 1869 a Sepino, un piccolissimo paese in provincia di Campobasso, abbarbicato sul Massiccio del Matese, prima ancora di divenire Ufficiale medico del Corpo Sanitario della Marina Militare, ricopre, per evidente competenza, il ruolo di assistente ordinario, con nomina annuale rinnovabile, nell'Istituto di Patologia Medica Dimostrativa della facoltà di Medicina dell'Università di Napoli. Pubblicò allora un suo studio dal significativo titolo "Sugli estratti di alcune muffe"[31], concernente gli effetti battericidi prodotti da una muffa, sviluppatasi presso un pozzo della casa che possedeva ad Arzano. Precisava di aver osservato personalmente: *"l'azione degli estratti acquosi del mucor mucedo, del Penicillium glaucum e dello aspergillus flavescens su alcuni schizomiceti patogeni e su alcuni saprofiti trovandoli forniti, specie quello dell' aspergillo, di notevole potere battericida. Gli estratti acquosi sono risultati forniti di mediocre potere leucocitico, specialmente l'estratto di aspergillo. Nelle infezioni sperimentali con bacillo dell'ileotifo e vibrione del colera, solo quest'ultimo ha dato a dimostrare una certa azione immunizzante e curativa. L'autore ascrive tale azione in parte al potere microbicida dei principi contenuti nelle muffe, ed in parte al potere della leucocitosi da questi prodotta."*[32] La successiva modifica della molecola da lui effettuata lo portò alla scoperta della penicillina fenossimetilpenicillina, detta penicillina V, un chemioantibiotico appartenente alla famiglia delle penicilline, a loro volta incluse nella classe delle beta-lattamine. Un ulteriore studio e la penicillina propriamente detta, quella che sarà poi scoperta da Fleming nel 1928, sarebbe stata disponibile ben 35 anni prima, con enorme risparmio di vite umane nel corso della Grande Guerra: purtroppo la guerra libica, che lo vide impegnato direttamente per alcuni anni a Tobruk, e la morte prematura, avvenuta nel 1915, troncarono quelle promettenti ricerche, basilari per ottimizzare anche la nascente chirurgia ricostruttiva.

Questa disciplina che oggi è nota sotto l'abusata e fin troppo generica etichetta di chirurgia plastica o estetica, e che in maniera deprecabile e volgare viene associata al mondo della cinematografia, della fiction e della mondanità come rimedio per inestetismi, più o meno marginali, di donne ed uomini di spettacolo, non solo si impose per ragioni squisitamente umanitarie, ancor prima che mediche, durante la Grande Guerra ma fu proprio dalla stessa quasi istigata per tentare di ridurre le peggiori devastazioni facciali, restituendo alle vittime una parvenza di vita normale. Le tante esperienze acquisite in quel tragico contesto si evolsero e si incrementarono negli anni successivi, divenendo l'estrema risorsa per milioni di infelici vittime dei più tremendi incidenti o delle più deturpanti malformazioni. Per loro come per i tanti militari curati durante e dopo il conflitto l'intervento o più esattamente gli interventi ricostruttivi costituirono una sorta di rinascita.

31 V. TIBERIO, *Sugli estratti di alcune muffe,* in *Annali di Igiene sperimentale,* vol. V 1895.

32 Il brano è tratto da I. TESTA, *Le grandi figure della medicina molisana,* Campobasso 2011, pp. 195-96.

In basso: *una rara foto di Vincenzo Tiberio.*
In basso a destra: *istantea di Alexander Fleming.*



Il cemento armato

Il binomio cemento armato, per lo più menzionato con un malcelato disprezzo, indica una presenza strutturale ormai talmente diffusa da essere assurta, nonostante i suoi enormi meriti e apporti che hanno reso più dignitosa e più salubre l'esistenza umana, a sinonimo di scempio ambientale, di corruzione speculativa, di turpe volgarità architettonica e, non ultima, di orgogliosa presunzione di eternità! Un miscuglio di acqua, sabbia, pietrisco, ferro e cemento che rapprendendosi acquisisce la compattezza del granito ma non la longevità, come a lungo si è creduto. Sebbene la sua esatta definizione sia di conglomerato cementizio armato, o in breve calcestruzzo armato, la designazione corrente è, per antonomasia, quella appunto di cemento armato da intendersi, però, come tecnica costruttiva e non come particolare conglomerato[33]. In quanto tale il cemento armato sembra ormai pervadere ogni nostro ambito, dal residenziale all'industriale, dal viario al sanitario, dal foraneo all'idrico. Con il cemento armato sono erette le nostre abitazioni, i ponti, le condotte dell'acqua, i capannoni delle fabbriche, gli argini dei fiumi, le dighe, i terrazzamenti agricoli, i pali dell'energia elettrica e persino gli scafi di alcuni natanti e i contrappesi delle lavatrici, per citare alcune tra le innumerevoli adozioni, in un vorticoso caleidoscopio che, se per magia sparisse all' improvviso, ci ritroveremmo poco più oltre dell'età della pietra!

Dal punto di vista storico, come molti sanno, l'invenzione del cemento armato risale alla metà dell'800, quindi in grande anticipo rispetto alla Grande Guerra, ma, come invece non molti sanno, fin dal suo esordio, si nutrì nei suoi confronti se non una esplicita repulsione una indubbia e malcelata diffidenza. Solo negli anni '20, grazie alle evidenti doti di resistenza, flessibilità formale ed economicità di realizzazione che le innumerevoli opere militari e la miriade di fortificazioni avevano dimostrato e ribadito nel corso del conflitto, quel curioso pregiudizio muterà. Nonostante ciò anche dopo essersi imposto nell'edilizia perma-

33 Per approfondimenti cfr. L. SANTARELLA, *Il cemento armato. La tecnica e la statica*, Milano 1936, rist. nona edizione, pp. 3-7.

In basso: *armatura in tondini di acciaio prima della gettata dell'impasto di cemento.*

se nei confronti del cemento armato una sorta di ribrezzo che suggeriva comunque di nasconderlo nello spessore delle tradizionali murature. Uno scheletro repellente racchiuso in un corpo attraente!

Altri anni ancora e finalmente accertatane la rispondenza se ne inizierà a apprezzare pure l'estetica nell'Architettura Razionalista[34], tra le cui finalità peculiari la rapida costruzione di edifici privi di retorici orpelli, eretti con cemento armato, ferro e vetro a vista, di notevoli dimensioni ma leggeri e salubri. Giustamente Pier Luigi Nervi definiva il cemento armato: *"il più bel sistema costruttivo che l'umanità abbia saputo creare fino ad oggi. Il fatto di poter creare pietre fuse, di qualsiasi forma, superiori alle naturali perché capaci di resistere a tensione, ha in se qualcosa di magico."*[35] A patto, però, che scaturisse da un progettista di livello!

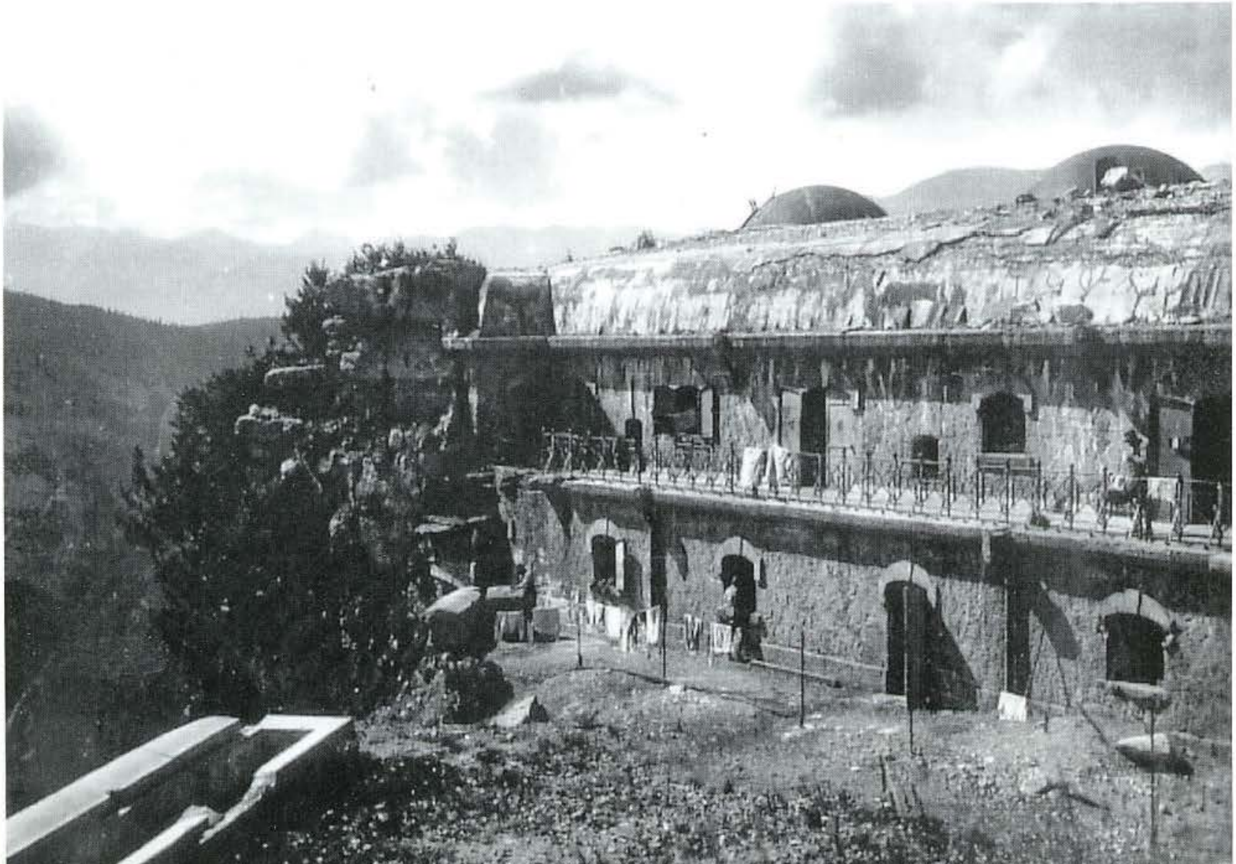
Volendo sia pure brevemente rievocare la cronologia del calcestruzzo armato, trascurando alcune anticipazioni del mondo romano da cui la stessa definizione *calcis structio*, è dalla metà del XVIII secolo che si susseguono le esperienze sulle capacità di presa e di resistenza di un conglomerato nel quale il legante, invece di essere ottenuto per calcinazione dal semplice calcare, lo si ebbe da un calcare argilloso, a temperature notevolmente più alte. Alle osservazioni empiriche agli inizi dell'800 seguirono i primi studi che faranno impiantare nel 1824 a York la prima fabbrica di cemento Portland, così chiamato per la sua somiglianza con la pietra di Portland, seguita nel 1840 da una seconda in Francia a Boulogne sur Mer.[36]

Dal punto di vista tecnico il conglomerato cementizio, di notevole resistenza alla compressione ne aveva pochissima alla trazione, addirittura meno del calcestruzzo romano, per cui la svolta nella sua adozione si ebbe quando, per puro caso, si osservò che un po' di impasto, caduto su di una griglia di ferro, rapprendendosi si era saldato al metallo, suggerendo così una simbiosi ricca d'inaspettate proprietà. Laddove, ad esempio, un contenitore di solo cemento risultava più fragile di un vaso di coccio, realizzato con all'in-

34 Per approfondimenti cfr. N. Pevsner, *Storia dell'architettura europea*, Bari 1998.

35 La citazione è tratta da P. L. NERVI, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Roma 1945.

36 Sulle vicende iniziali del cemento armato cfr. L. BENEVOLO, *Storia dell'architettura moderna*, Bari 1966, vol. I, pp. 451-54.

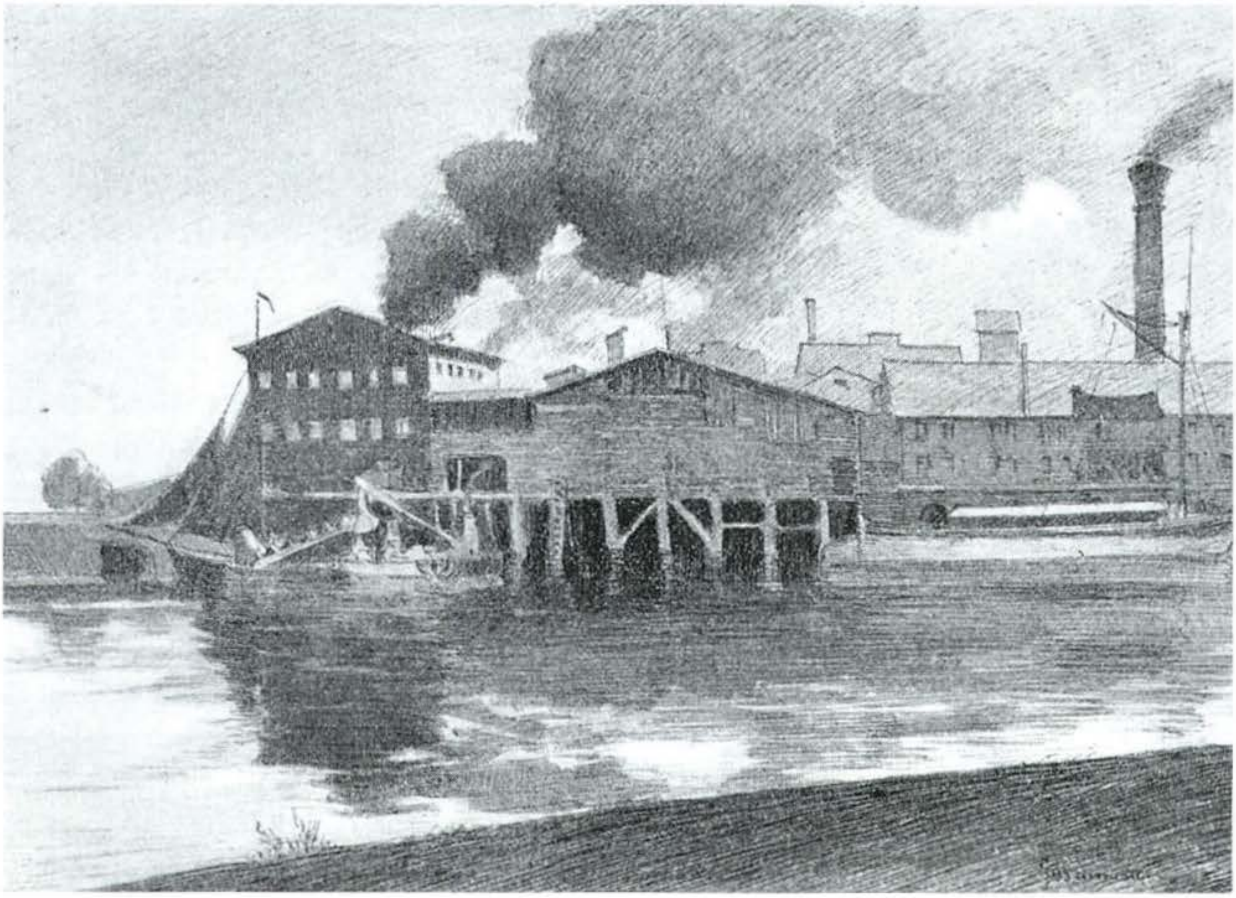


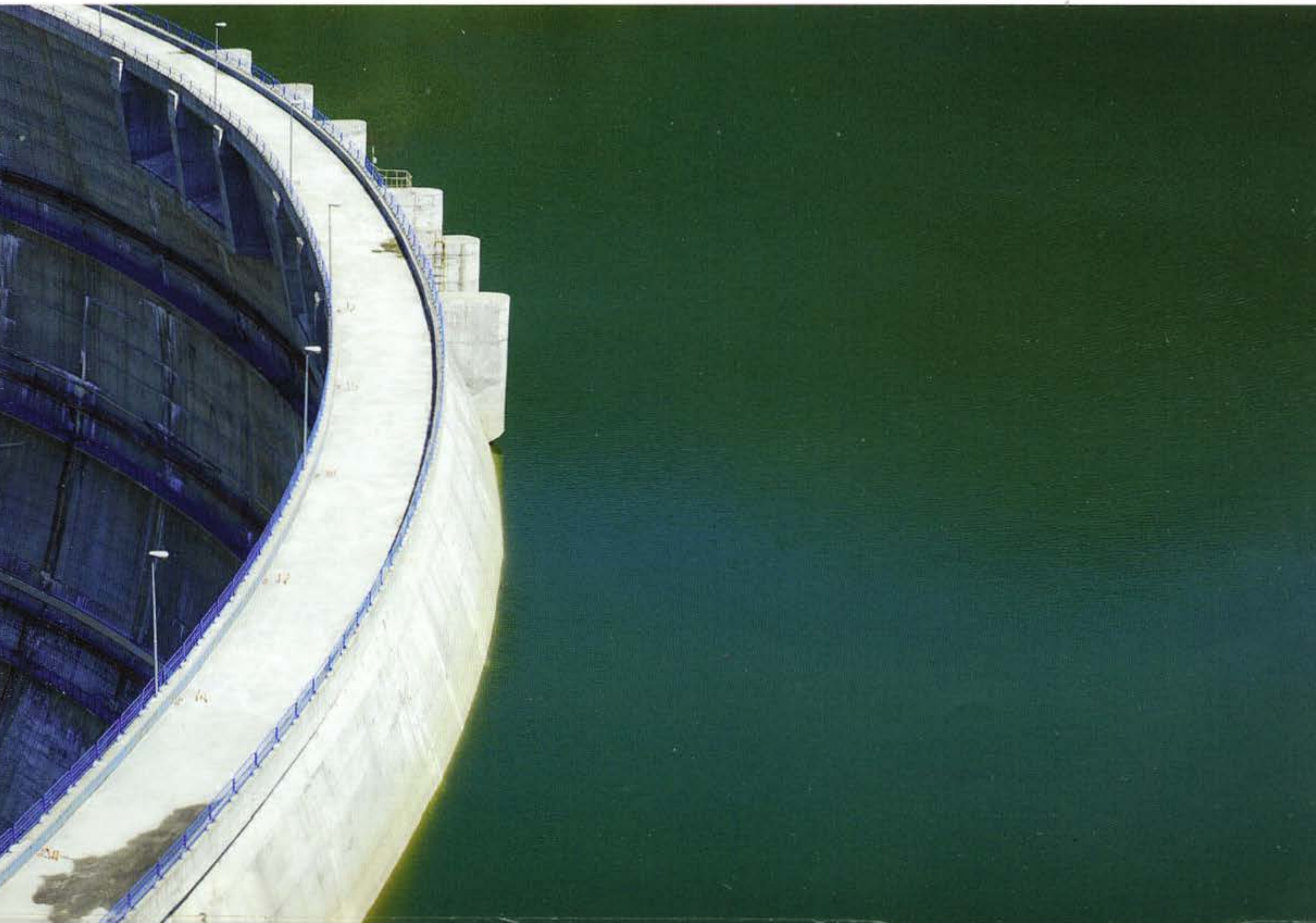
terno una retina di ferro difficilmente si lesionava. Fu presto chiaro che quel risultato era reso possibile da una eccezionale coincidenza: sia il ferro che il cemento avevano coefficienti di dilatazione pressoché uguali, per cui reagivano alle variazioni di temperatura con uguali deformazioni, consentendo all'insieme di restare coeso. Si pensò perciò di sfruttare tale coincidenza affidando al ferro il compito di resistere alla trazione e al cemento alla compressione, e reputando immune dall'ossidazione il ferro annegato nel cemento si ipotizzò per il conglomerato armato una longevità persino maggiore del calcestruzzo romano. Il tempo avrebbe però dimostrato l'infondatezza dell'ipotesi lasciando propendere per una durata appena superiore al secolo!

L'ampio intervallo tra l'impianto delle due fabbriche di cemento tradisce che le diffidenze verso il cemento si manifestarono già al suo apparire, rendendolo quasi una acquisizione superflua. Ed è emblematico osservare che nel 1850 il suo primo impiego sarà la costruzione di uno scafo, ottenuto spalmando su di un'armatura di ferro uno strato di cemento, che sarà mostrato all'Esposizione Universale di Parigi del 1855. Seguì ben 17 anni dopo il brevetto rilasciato a un giardiniere francese per la realizzazioni di vasi per piante col medesimo conglomerato. Da quel momento i brevetti sull'impiego del cemento armato si moltiplicarono sebbene, in stragrande maggioranza, ne contemplino l'impiego per la costruzione di tubi, serbatoi, solette piane, elementi di scale, e altri oggetti ancora, sempre però distinti e distanti dall'edilizia, dove debutterà stentatamente soltanto come diaframma antincendio in grandi magazzini. E se sul finire del XIX secolo in Europa la diffidenza verso il calcestruzzo armato non era affatto scemata frustrandone l'impiego strutturale, in Italia lo si ignorò quasi del tutto abbondando il nostro Paese di pozzolana, di ottima pietra da costruzione e da calce, nonché di legna per calcinarla. Fu perciò quasi una sfida a tanta testarda repulsione che nel 1908 si optò per un primo vero e grandioso utilizzo del conglomerato, adottandolo a Roma per il Ponte

In basso: *stampa ottocentesca raffigurante la prima fabbrica di cemento a Portland.*

Nella pagina a sinistra: *ricovero fortificato della prima guerra mondiale con copertura in cemento armato.*





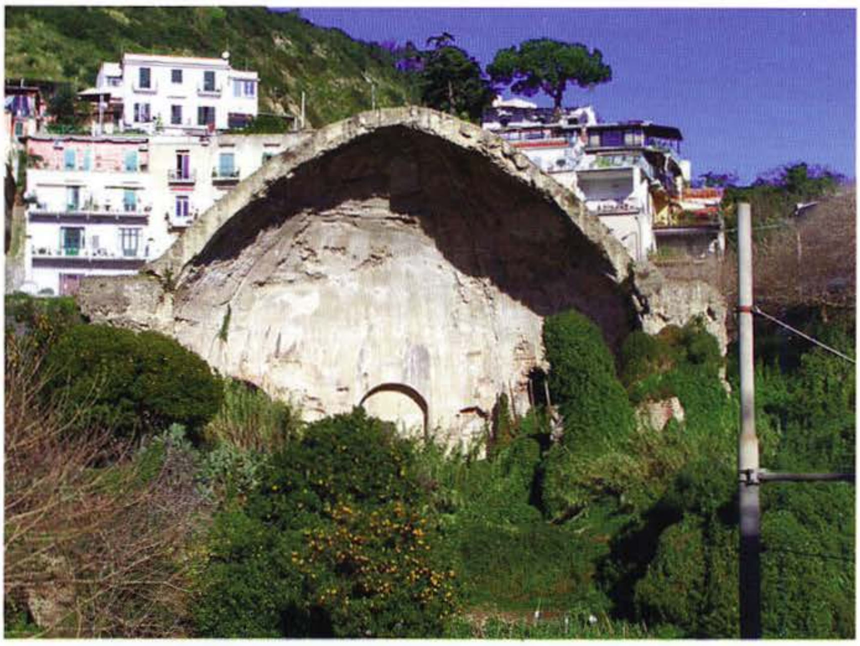
del Risorgimento[37], per celebrare il 50° anniversario della unificazione nazionale. Scarso, tuttavia, il seguito alla pur imponente realizzazione, e si deve attendere il 1914 per trovare un progetto di Le Corbusier, per una serie di abitazioni con struttura in cemento armato, adozione che sottolinea, se mai ce ne fosse bisogno, il perdurare delle diffidenza.

Nel frattempo, con la guerra alle porte, in ambito militare si intensificò ad oltranza il ricorso al cemento armato, peraltro già da decenni avviato, basandosi sulla sua potenzialità a formare strutture monolitiche ad altissima resistenza, ideali per la fortificazione permanente. Come già ampiamente sperimentato dai Romani con il loro ottimo calcestruzzo una muraglia in grado di opporsi con la sua intera massa, solidariamente, agli impatti degli arieti costituiva una garanzia di resistenza priva di analogie in

37 Quanta fosse la prevenzione nei confronti del cemento armato lo testimonia P.L. Nervi il quale raccontava che: "il suo professore di scienza delle costruzioni leggeva a scuola lettere di ingegneri tedeschi che predicevano, sulla base di calcoli matematici, l'inevitabile crollo del Ponte Risorgimento; sta ancora su." Da A. MONDINI, *Storia della tecnica. L'età contemporanea*, Torino 1980, p.25.

In alto: *capannone industriale: struttura in cemento armato prefabbricata.*
Al centro: *grosse condotte fognarie in cemento armato.*
In basso: *casamatta in cemento armato.*

Nella pagina a sinistra
In alto: *Roma, veduta di Ponte Risorgimento sul Tevere.*
In basso: *veduta di una diga ad arco in cemento armato.*



militari del suo impiego nelle opere difensive possono farsi risalire alla fine dell'800, preceduti da una lunga serie di studi in materia. In particolare nell'ultimo ventennio del secolo fu evidenziato l'esatto comportamento del ferro dell'armatura nella resistenza alle enormi sollecitazioni degli impatti balistici. Si constatò, inoltre, che sagomandosi le estremità dei tondini d'acciaio delle armature a forma di uncino, prassi rimasta fino a pochi decenni fa e soppiantata dal diffondersi del ferro ad aderenza migliorata, volgarmente definito artigliato, la resistenza aumentava ulteriormente. Senza contare i vantaggi derivanti anche dalla sua resistenza al fuoco. A partire dagli inizi del '900 l'impiego del calcestruzzo armato assurse a tecnica privilegiata nella costruzione delle fortificazioni, in particolare per le loro massicce coperture, collocate non di rado su muraglie di pietra di forte spessore, incentivando ulteriori studi sulle sue concrete potenzialità.[38] Si determinarono così i più attendibili dosaggi per le sue miscele in funzione del relativo impiego, fino ad ottenere compattezze analoghe a quelle del granito. E dopo un ampio ventaglio di realizzazioni militari, delle casematte ai bunker, dagli hangar per i dirigibili ai rifugi antiaerei, l'affidabilità del cemento armato uscì dal conflitto non solo pienamente confermata ma, soprattutto, ormai accettata nell'edilizia corrente che a partire dagli anni '20, lo rivalutò anche esteticamente.

qualsiasi altra muratura a conci, tenuti insieme dal solo peso. A distanza di oltre venti secoli confermatasi esatta l'intuizione suffragata dalla testimonianza dei tanti ruderi di cerchie in ottime condizioni di conservazione, il criterio della fortificazione monolitica si impose e con lui il cemento armato. Gli esordi

In alto: *blocco di conglomerato cementizio romano con paramento in opera reticolata.*

In basso: *Baia, Pozzuoli, resti della volta monolitica in opera cementizia del tempio di Diana.*

Nella pagina a destra: *padiglione dell'Industria nell'Esposizione Universale di Parigi del 1855.*

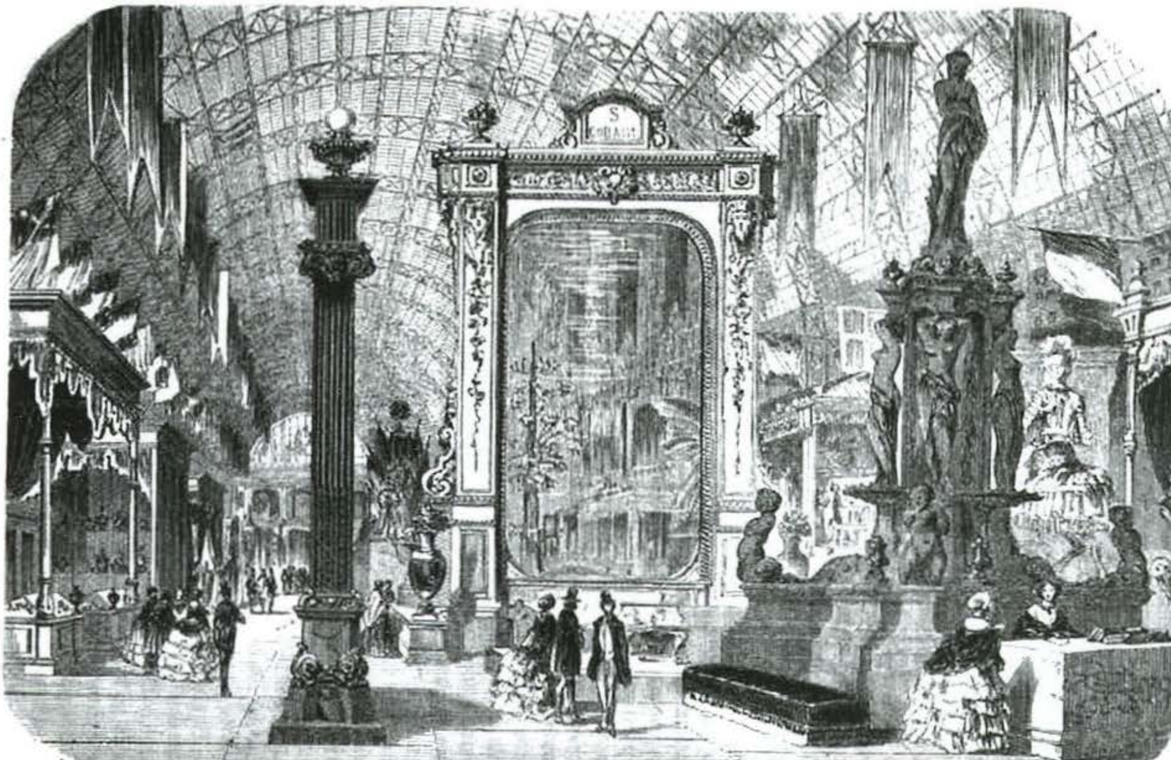
38 Per un quadro esauriente sulla fortificazione in c.a. eretta sia in previsione della Prima che della Seconda guerra mondiale, lungo l'arco alpino cfr. D. GARIGLIO, M. MINOLA, *Le fortezze delle Alpi occidentali,* Cuneo 1994, vol. I e II.

Il secondo ponte della Terza Armata

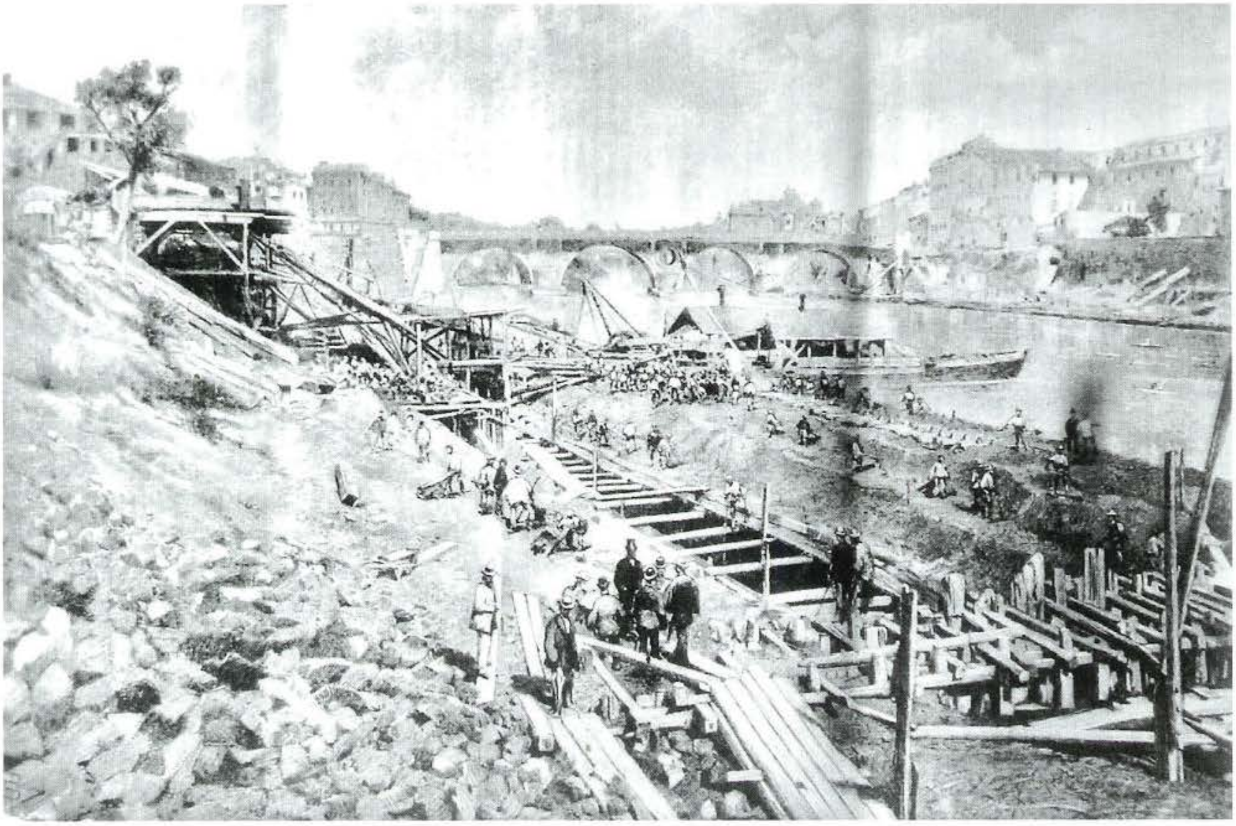
Ad appena un paio di mesi dall'aggregazione di Roma al giovanissimo Regno d'Italia, la nuova capitale ebbe un solenne battesimo: il 28 dicembre del 1870 il Tevere gonfiatosi di oltre 17 m sopra il suo livello normale esondò, allagando gran parte del centro storico con cospicui danni. Da almeno tre secoli non si pativa un uguale disastro e l'impressione fu tale da far istituire, tre giorni dopo, una apposita commissione tecnica per studiare come evitare in futuro il ripetersi di tale iattura[39]. Mancando un adeguato finanziamento nulla si fece in concreto e fu soltanto per l'intervento del neodeputato Garibaldi che nel 1875 la questione tornò in auge, grazie anche alla sua proposta di deviare i corsi del Tevere e dell'Aniene a oriente dell'abitato. Idea non nuova avendola suggerita Giulio Cesare, ma confermatasi impraticabile per il suo iperbolico costo. Si optò allora per poderosi argini continui, da Ponte Milvio a San Paolo fuori le mura, due muraglioni alquanto più alti della recente piena e distanti alla loro base 100 m esatti, secondo il progetto dell'ingegner Raffaele Canevari. I lavori, avviati nel 1876 si protrassero per circa mezzo secolo ricevendo, però, già nel 1900 un significativo riscontro di validità durante un'ennesima anomala piena. La conclusione della grande opera si ebbe nel 1926: da quei giorni il Tevere non straripò più e mai superò la larghezza impostagli, dimensione trasformatasi in corda dell'unica arcata dei due ponti edificati successivamente, nel 1909 Ponte Risorgimento e nel 1939 Ponte Duca d'Aosta.

Sebbene simili fra loro, furono l'esito di ben diverse progettualità, cronologicamente poco divaricate ma molto tecnologicamente. Ponte Risorgimento, infatti, fu eretto come opera commemorativa per cui lo si volle di un unico arco, ottenuto per la prima volta con calcestruzzo armato, modalità costruttiva per l'epoca avveniristica! Consci della sua rivoluzionaria struttura i costruttori posero al centro del parapetto un'epigrafe che così recitava: *"Ponte in cemento armato ad un'unica arcata di 100 metri di corda con freccia di 10 metri, costruito con sistema Hennebique dalla Società Porcheddu Ing. G.A."* Trent'anni dopo l'uso del cemento armato nelle grandi strutture, esauritasi la fase pionieristica,

39 Un interessante ragguaglio sulle piene del Tevere e sulla costruzione dei suoi grandi argini è fornita da P. FROSINI, *La liberazione dalle inondazioni del Tevere*, in *Capitolium*, n° XLIII, 1968, pp. 216-249.



Palais de l'Industrie. (Exposition universelle de 1855.)



In alto: *i lavori di costruzione degli argini del Tevere.*
In basso: *veduta panoramica del Tevere durante la costruzione dei poderosi argini.*
Nella pagina a destra: *veduta delle sponde del Tevere prima della costruzione degli argini.*

era assurta a modalità costruttiva per antonomasia, per cui quando si progettò un altro ponte di una unica arcata, poche le difficoltà incontrate e scarsa la meraviglia. Certamente la guerra frustrava qualsiasi entusiasmo, ma la consapevolezza che il criterio informatore di quella tipologia di ponti, a onta della propaganda, ap-

parteneva al celebre ingegnere svizzero Robert Maillart, 1872-1940, contribuì a smorzarne i residui!

Come molti ormai sapevano, le temeranie realizzazioni del Maillart lo avevano consacrato artefice di una vera rivoluzione nell'uso del cemento armato per i ponti, tant'è che quello di Salginatobel, un'unica arcata di 90 m sulla gola della Salgina, da lui realizzato tra il 1929-30, è stato dichiarato monumento mondiale nel 1991. Ma è il suo precedente ponte eretto nel 1899 a Zurigo ed intitolato a Werner Stauffacher, che può annoverarsi fra gli archetipi del genere, sebbene di appena 40 m di corda. Non stupisce perciò che se un decennio dopo un ponte ana-

logo ma dalla corda due volte e mezzo più lunga fosse ritenuto un prodigio della tecnica, trent'anni più tardi risultasse al massimo un appariscente accesso per un impianto più importante! Nella fattispecie si trattò del Foro Mussolini, oggi Italico, un complesso sportivo di ampia superficie e di monumentale pretesa, eretto fra il 1927-33 ma inaugurato il 4 novembre 1932, la cui entrata fu voluta in asse col nuovo ponte, riservando perciò a quest'ultimo il ruolo di ingresso scenografico. Ancora una volta si ritenne che l'arditezza di quell'unica arcata di 100 m sul corso del Tevere potesse rappresentare il giusto trionfo dei fasti nazionali. La progettazione fu affidata all'architetto Vincenzo Fasolo, in quello stesso scorcio storico, mentre la costruzione si avviò nel 1939 e l'inaugurazione nel 1942. Lo si dedicò, in ossequio alla retorica imperante, al Comandante della III Armata del Regio Esercito[40], Emanuele Filiberto di Savoia Duca d'Aosta. Alle testate quattro pilastri sui quali, in altorilievo, scene tratte dalla Grande Guerra sui fiumi Isonzo, Tagliamento, Sile ed Adige.

Taglie standardizzate degli abiti

Tra le esigenze militari manifestatesi nei grandi scontri del XIX secolo, oltre a quelle strettamente alimentari, vi furono, e non di minore importanza, quelle inerenti all'abbigliamento, di tipo non solo idoneo ai diversi teatri di combattimento ma anche alle diverse stagioni, che in quanto formalmente uguale per tutti fu definito 'abito uniforme' e poi in breve 'uniforme'.

Nelle pagine precedenti
In alto, a sinistra: *veduta del Ponte Duca d'Aosta sul Tevere: a sinistra gli edifici del Foro Italica.*
In basso, a sinistra: *veduta del Ponte di Salginatobel, un'unica arcata di 90 m sulla gola della Salgina.*
In alto, a destra: *Zurigo, veduta del Ponte intitolato a Werner Stauffacher agli inizi del secolo scorso.*
In basso, a destra: *Zurigo il Ponte Stauffacher oggi.*

40 Sull'epopea della III Armata cfr. C. MEREGALLI, *La terza armata tra Isonzo e Piave,* Bassano del Grappa 2010.

In alto: *Roma, veduta aerea del Tevere all'altezza del Foro Italico: (nel cerchio rosso) il Ponte Duca d'Aosta.*

Volendone riassumere sinteticamente l'origine, l'idea di un vestito uguale per ogni esercito, e anche per ogni suo corpo, sebbene se ne scorgano le tracce già in età antica, *"avvenne, in epoca moderna, nel 17° sec., rispondendo alla necessità di rendere immediatamente riconoscibili gli appartenenti a un determinato corpo di truppa e fra questi gli investiti dei vari gradi. La varietà, la complicatezza delle uniformi indossate in passato da diversi eserciti rispondono più a criteri di emulazione e di imitazione che non a principi logici di funzionalità; solo con la Prima guerra mondiale questi ultimi, già affiorati nelle guerre coloniali e in quella russo-giapponese, hanno prevalso portando a una semplificazione delle uniformi. Attualmente negli eserciti le uniformi sono di più tipi per soddisfare le varie esigenze: ordinaria invernale ed estiva, da servizio e combattimento, da sera (solo per gli Ufficiali). In particolari circostanze viene indossata la grande o alta uniforme, caratterizzata dalle decorazioni appuntate sul lato sinistro in alto della giubba, dalla sciarpa azzurra a tracolla (per gli Ufficiali) e dalla sciabola (per gli Ufficiali e Sottufficiali). La tradizione compare nelle uniformi attraverso particolari accessori quali il copricapo (cappello con penna d'aquila per gli alpini, cappello con pennacchio di piume di gallo di montagna per i bersaglieri), le mostrine sul bavero della giubba risalenti alle antiche brigate dell'esercito postunitario."*[41]

In realtà, tuttavia, oltre all'esigenza di rendere immediatamente riconoscibili fra loro i membri di una stessa fazione, l'uniforme rispondeva pure a un altro criterio: quello di renderne più economica e semplice la sua confezione in grandi numeri. La Rivoluzione Francese con i suoi concetti di uguaglianza, fratellanza e libertà introdusse per ovvia conseguenza la coscrizione obbligatoria, per cui gli organici degli eserciti, fino ad allora di poche decine di migliaia di specialisti, levitarono a diversi milioni, innescando un processo enorme di produzione. La Rivoluzione industriale, avendo introdotto in molti settori la produzione seriale e di massa, rese in breve concretizzabile, sia pure in via puramente teorica, soddisfare quella richiesta. Sarebbe stato, perciò, possibile produrre le enormi quantità indispensabili ai nuovi colossali eserciti, adottando proprio la produzione seriale, il cui criterio, per larga massima, può ridursi a scomporre in parti elementari il singolo capo, facili da taglia-

41 La citazione è tratta dall'Enciclopedia Treccani *on line*, alla voce 'uniforme'.

In alto: *il classico cappello dei Bersaglieri.*
In basso: *il classico cappello degli Alpini.*

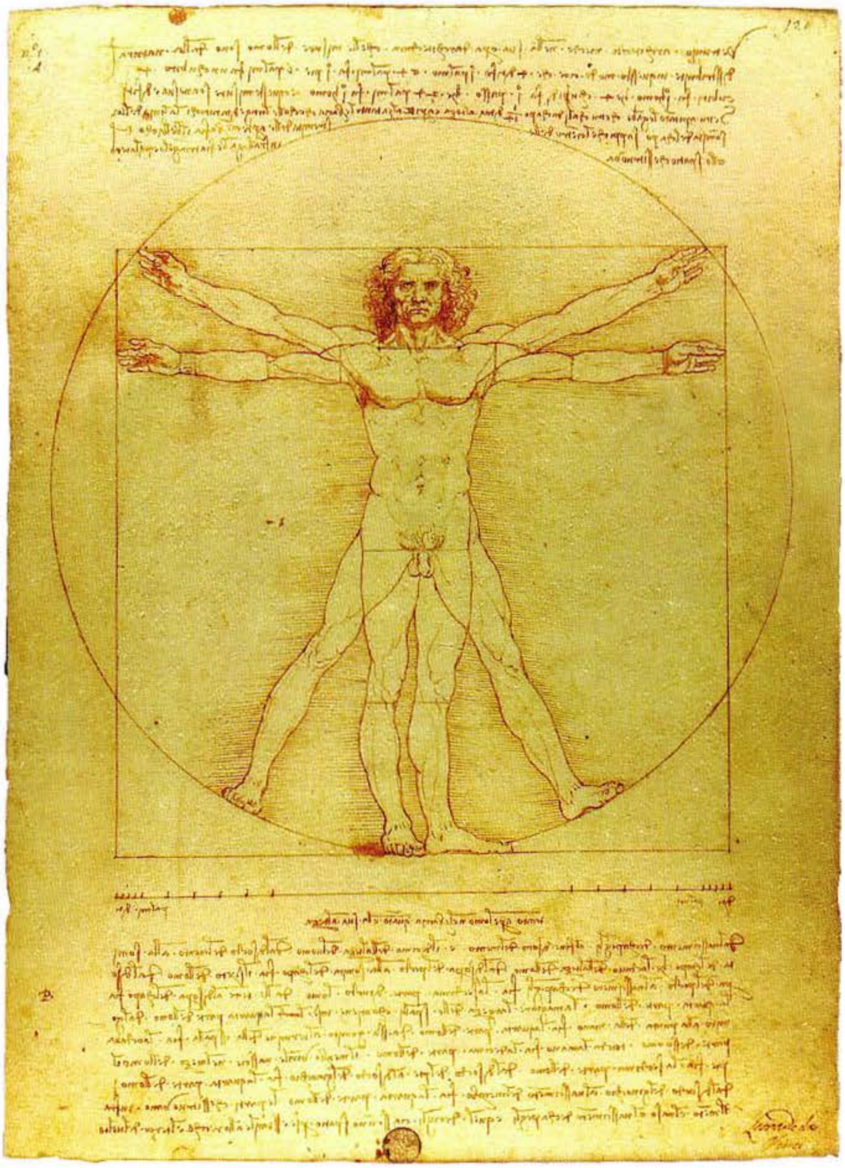
re e rapide da assemblare, affidandone la realizzazione di ciascuna a distinti gruppi di maestranze o persino di diverse sezioni e/o fabbriche. L'assemblaggio avveniva dopo la confluenza di tutte parti, ad opera di altri gruppi appositamente qualificati. Procedura che insiste su di un presupposto basilare: la standardizzazione del prodotto, criterio che ben si attaglia all'uniforme, e che verosimilmente si colloca alla base della sua adozione.

Ovviamente la standardizzazione, quale che sia l'ambito di applicazione, non rappresenta la soluzione migliore né la più efficace, senza contare che in molti casi richiedeva, per incrementare la produzione, semplificativa e modifiche formali all'oggetto da produrre, o al capo di abbigliamento. La standardizzazione per componenti meccaniche richiede semplicemente, si fa per dire, l'individuazione della connotazione ottimale da assegnare alla singola componente dell'intera macchina o arma, che singolarmente presa non ha alcuna particolare esigenza. Non così nel caso dell'abbigliamento, in cui qualsiasi indumento destinato a coprirne e/o proteggerne il corpo deve adattarsi alla naturale variabilità dimensionale della specie. Produrre in massa richiede, pertanto, di suddividere preliminarmente in poche taglie gli abiti da confezionare, creando in tal modo delle sottoproduzioni seriali che potevano essere subito indossate da tutti. E la suddivisione per taglie standardizzate debuttò nel corso della Guerra di Secessione, 1861, imponendosi poi nella Grande Guerra.

Fino allora la popolazione delle classi più abbienti era solita far confezionare i propri abiti, uniformi comprese, dai sarti che prendevano le relative misure a domicilio o presso il loro laboratorio. Con il conflitto si impose l'esigenza di disporre di un enorme numero di uniformi in pochissimo tempo, ovvero di produrle su misura e velocemente, richiesta che, ispirandosi alla Rivoluzione industriale, si avvalse della suddivisione in poche taglie standard. La circonfeenza del torace fu scelta come base di misurazione, essendosi accorti che per la stragrande maggioranza degli uomini le circonferenze della coscia, dei fianchi, del collo e del girovita risultavano tutte proporzionali a quella del torace, per cui frazionando quest'ultima in poche categorie, tornava agevole ricavarne le taglie standard da produrre in serie. Le uniformi prodotte non furono, ovviamente, perfette ma con lievi adattamenti, quali accorciamento della lunghezza delle maniche o dei pantaloni, lo diventavano[42]

In basso: *tela raffigurante la battaglia di Chattanooga tra Nordisti e Sudisti nelle rispettive uniformi.*

42 Per approfondimenti cfr. K. YURI, *Maggiori informazioni sulle taglie di abiti e scarpe da uomo*, articolo *on line*.



Il rapporto tra circonferenza del torace e taglie standardizzate fu alla base di altrettanti prototipi antropometrici che, a differenza del canone di Policleto relativo alle proporzioni dell'uomo ideale, tramandato da Vitruvio e disegnato da Leonardo, canone astrattamente armonioso, quello adottato per le taglie standardizzate si basava sulla configurazione umana media, non di massima armonia ma di massima frequenza. Pertanto applicandole si sarebbero potute produrre in brevissimo tempo milioni di uniformi differenziate in una mezza dozzina di taglie, con una suddivisione percentuale delle stesse in funzione della loro relativa rappresentatività. In altre parole se gli uomini con un determinato torace erano il 10% della popolazione, anche le uniformi prodotte per quella taglia lo sarebbero state.

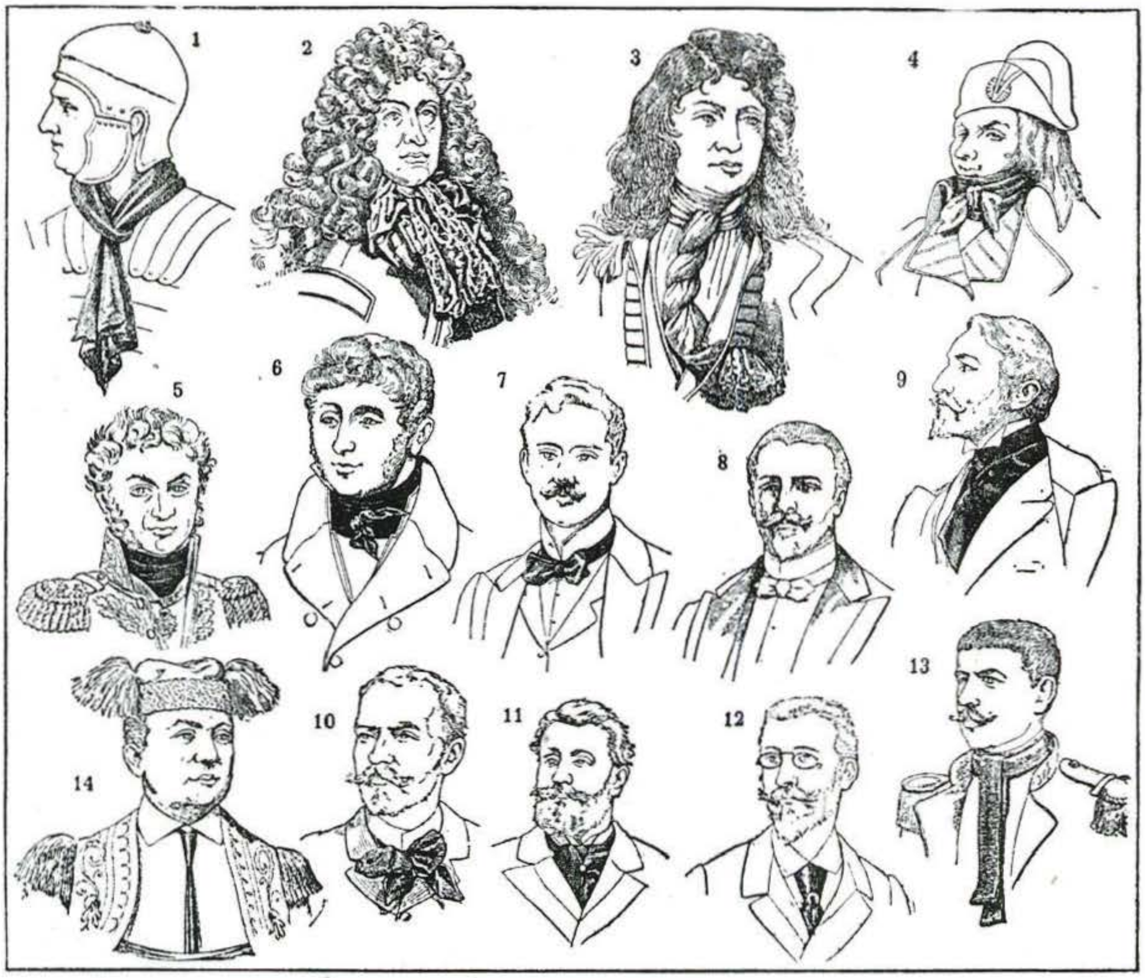
Il sistema per la sua convenienza fu presto adottato anche dalla produzione civile, soprattutto dopo la Prima guerra mondiale quando solo in quel modo fu possibile produrre le decine di milioni di uniformi per le Forze Armate. E le taglie che la produzione civile adottò furono quelle individuate proprio per la produzione militare: del resto da tempo molti indumenti nati per scopi bellici erano stati cooptati dalla moda civile. Classico l'esempio della cravatta che derivò il suo nome dalla sciarpa che i mercenari croati di Luigi XIV portavano intorno al collo, la *croata* (cravatta).

Scarpe anatomiche

Le calzature hanno sempre rivestito in ambito militare una estrema importanza dipendendo da loro la capacità di marciare e di proteggere i piedi da eventuali ferite che, seppur lievi, risultavano invalidanti. Pure per le scarpe si impose la standardizzazione delle taglie per equipaggiare i grandi eserciti, e da tale premessa deriverà in epoca più recente lo *Standard internazionale*, ovvero il sistema di misurazione utilizzato in molti eserciti per il suo accurato metodo di stima delle dimensioni del piede in base alla lunghezza e larghezza. Le misure sono rese in millimetri come rapporto "lunghezza/larghezza". Per esempio, un piede lungo 270 mm e largo 115 mm sarà reso con una taglia 270/115. A volte le misure si effettuano anche in centimetri, come nel caso degli scarponi da sci. La standardizzazione fu adottata soprattutto dopo l'introduzione delle scarpe anatomiche, ovvero distinte in destra e sinistra, essendo fin quasi agli anni '70 del XIX secolo non differenziate.

Durante la lotta al brigantaggio post unitario, 1861-1871, l'esercito calzava ancora scarpe indistinte che rispondevano alla logica di questo modello. Pochi anni dopo iniziò la produzione della scarpe differenziate. Ri-

Sopra: *celebre prototipo antropometrico descritto da Vitruvio e disegnato da Leonardo da Vinci.*

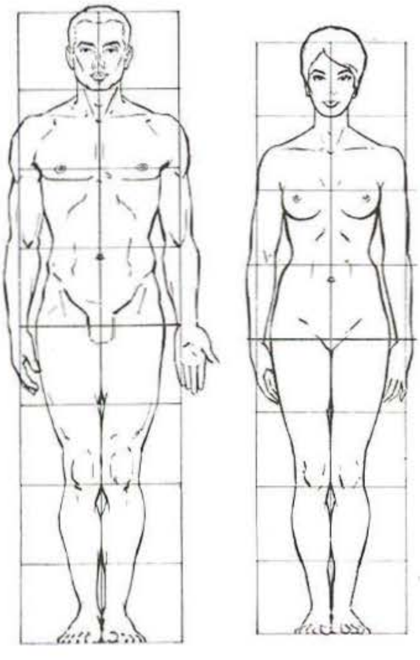


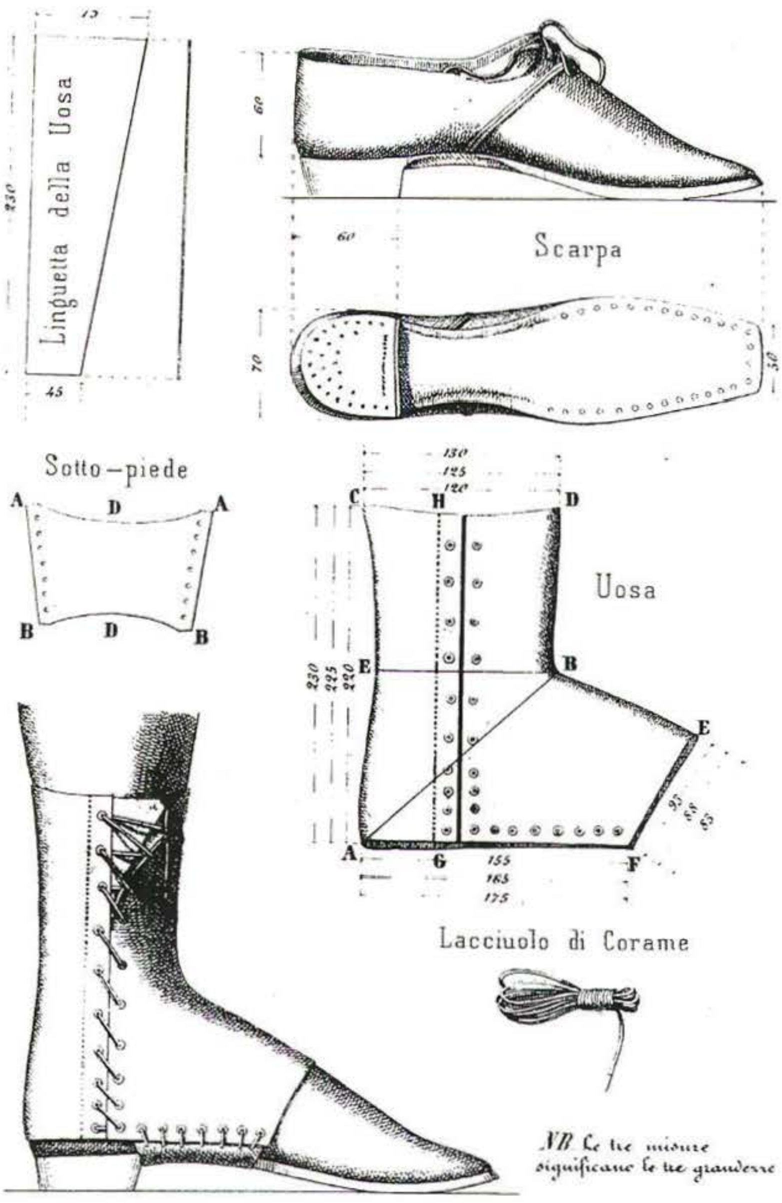
Cravates : 1. Du soldat romain ; 2. Au xvii^e siècle ; 3. A la marinière (xvii^e s.) ; 4. Incroyable (1795) ; 5. Militaire (Empire) ; 6. En 1830 ; 7. Papillon ; 8. Blanche (de cérémonie) ; 9. Echarpe ; 10. La Vallière ; 11. Plastron ; 12. Régate ; 13. Militaire ; 14. De toréador.

Taglie Americane-Italiane

Punto di misurazione	30-44	32-46	34-48	36-50
Metà circonf. vita	41,1	43	45	46,9
Metà circonf. bacino	50,5	52,4	54,4	56,4
Coscia	31,5	32,7	34	35,3
Ginocchio	23,5	24	24,5	25
Interno gamba	87,2	88,2	89,2	89,7

Punto di misurazione	38-52	40-54	42-56	44-58
Metà circonf. vita	48,9	50,7	52,8	54,8
Metà circonf. bacino	58,3	60,4	62,2	64,2
Coscia	36,6	37,9	39,2	40,5
Ginocchio	25,5	26	26,5	27
Interno gamba	89,7	89,7	89,7	89,7





cordava una relazione dell'epoca: *"i tormenti maggiori* (durante le marce) *erano il Kepy, lo zaino, il cinturino e le scarpe"*[43] In quest'ultime: *"venivano usate pezze unte di sego o calzette. Da preferirsi le pezze, perché le calze fanno pieghe che feriscono dolorosamente. In tempo di pioggia meglio ingrassare le scarpe dentro e fuori e tenere nudo il piede."*[44] Il gravoso impiego della lotta al brigantaggio produsse usure accelerate sugli indumenti e sulle scarpe, che finirono per suggerire soluzioni e concezioni di gran lunga migliori sia per le uniformi che, soprattutto, per le calzature, adattandole meglio alle lunghe marce in ambiente montano. Dopo il 1870, infatti, furono distribuite ai soldati: "scarpe anatomiche, cioè di costruzione diversa per il piede sinistro e per il piede destro."[45] In precedenza quando le armate di Napoleone ebbero finalmente la distribuzione generalizzata delle scarpe, ciascun soldato ne ricevette tre, ovviamente uguali: due le calzava subito e la terza la teneva come scorta! Nell'ultimo quarto del 1800 le scarpe anatomiche vennero tradotte a tutti i livelli, avendone più volte constatata la validità, e la loro produzione durante la prima guerra ascese a ben 42.000.000 di paia, la cui suola di spesso cuoio sarebbe stata in grado di coprire oltre 3 km^2, sei volte la Città del Vaticano!

Il trench

L'espandersi dell'Impero romano verso il nord Europa, e il suo attestarsi lungo il corso del Reno e del Danubio in confortevoli basi permanenti, rese necessaria l'adozione di un idoneo abbigliamento invernale, che ponesse i legionari in condizione di resistere al freddo intenso ed alle gelide piogge. Trattandosi di indumenti militari non si badò gran che

43 Da G. DAL POZZO, *Conferenza sulla scuola di guerriglia per un ufficiale del 2° rgt. Granatieri*, Torino 1871. La citazione è tratta da L. TUCCARI, *Memoria sui principali aspetti tecnico-operativi della lotta al brigantaggio dopo l'unità (1861-1870)*, in *Archivio Storico per le provincie napoletane*, III serie, anno XXII, Napoli 1983, p. 361.

44 Da G. DAL POZZO, *Conferenza...*, cit., p. 361.

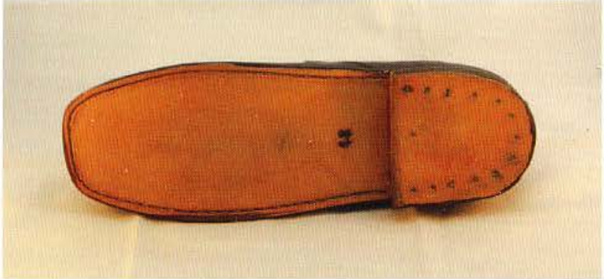
45 Da da L. TUCCARI, *Memoria sui principali...*, cit. p.362.

In alto: *disegno ottocentesco di scarpa con relativa uosa, più nota come ghetta.*

Nella pagina a sinistra

In alto: *tavola cronologica dell'evoluzione della cravatta.*

In basso: *tabella di raffronto fra le taglie italiane e statunitensi e griglie antropometriche maschili e femminili.*



alla loro estetica, bastando che fossero adatti allo scopo, ovvero caldi e impermeabili, e più ancora di rapida ed economica confezione. Si adottarono, perciò, con lievi varianti i due tipi di mantelli usati dalle classi più povere, debitamente perfezionati, il *sagum* e la *paenula*[46] identico per entrambi il tessuto, per lo più lana cotta impregnata di olio o di lanolina, estratta dal grasso vello delle pecore, trattamento che lo rendeva idrorepellente e quindi impenetrabile all'acqua, ma diversa la foggia. Il *sagum*, infatti, era una pezza rettangolare, simile quindi a una nostra coperta, per cui spesso veniva usato come giaciglio dai legionari durante le operazioni campali. In lunghezza non eccedeva il ginocchio, e si indossava sostenendolo tramite una fibbia o un nodo su di una spalla. Il colore, quando non quello naturale della lana, tendeva al marrone-rossiccio tant'è che per parodiare la rossa tunica dei re, un mantello del genere fu fatto indossare a Cristo dopo la flagellazione.

Leggermente più elaborata la *paenula*, il cui sviluppo poteva essere semi-circolare, circolare oppure ova-

In alto: *suola di scarpa scarsamente differenziata.*
Al centro: *scarpa scarsamente differenziata.*
In basso: *rievocatori con l'uniforme della Grande Armée napoleonica con ai piedi scarpe indifferenziate.*

46 Circa il *sagum* cfr. W. RAMSAY, *Sagum* in W. SMITH, *A Dictionary of Greek and Roman Antiquities*, London 1875, pp. 1002. Per informazioni sul *paenula*, invece, cfr. M. R. AMT, *Handbook For Legionaries*, articolo *on line*, 2005.

le: nel primo e nel secondo caso avrebbe avuto un raggio di circa un metro per cui si ricavava da un paio di pezze cucite fra loro. Quello ovale, invece, che si deve immaginare di circa 1.20 m di larghezza per 3 di lunghezza ne richiedeva almeno tre, una quadrata fra due semicircolari, sempre cucite fra loro. In mezzo alla centrale un foro rotondo, di circa 20 cm di diametro, per farvi fuoriuscire la testa, operazione agevolata da un taglio di varia lunghezza che si chiudeva mediante stringhe, simile a un *poncho* messicano. Sul foro stava cucito un cappuccio, confezionato con la medesima stoffa, per cui l'insieme una volta indossato ricordava la tonaca di un monaco ma col bordo inferiore irregolare, corto ai fianchi, fino alle ginocchia, e lungo davanti e dietro fin quasi ai piedi. Garantiva così una discreta protezione dal freddo all'intero corpo, e grazie al suo cappuccio anche una efficace protezione del capo dalla pioggia. Per quanto ne sappiamo fu il primo abito militare che impediva al soldato di bagnarsi completamente nelle marce o nei turni di guardia durante i temporali.

Nei secoli successivi la realizzazione di un mantello, di una tunica o di un soprabito militare o da pellegrino capace di proteggere dalla pioggia, si ottenne quasi sempre con l'antico espediente di impregnare i normali tessuti con grassi animali o con cera. Soltanto dopo il XVII secolo lo stesso risultato si perseguì spalmando la stoffa con un miscuglio a base di caucciù che la rendeva del tutto impermeabile. Da varie fonti si apprende che il principe di Sansevero, Raimondo di Sangro, celebre figura di alchimista-inventore napoletano, donò al re Carlo III di Borbone, perché lo proteggesse dalla pioggia durante le sue frequenti battute di caccia, un mantello idrorepellente da lui creato e fatto confezionare intorno al 1750[47].

In basso: *ricostruzione al vero di sagum romano.*
A fianco: *ricostruzione al vero di paenula romana.*

47 Scriveva Bernardo Tanucci, in una lettera circa Carlo III: *"non vi era tempo che potesse impedire la sua uscita (il famoso principe inventore Raimondo di Sangro creò per lui uno speciale impermeabile che servisse a proteggerlo dalle intemperie)* in B. TANUCCI, *Epistolario vol. IV, 1757-1758*, Roma 1985, introduzione p. XI.

Come altre invenzioni ascritte all'eccentrico personaggio anche di quell'antesignano impermeabile se ne ignora l'esatta composizione, ma non si è lontani dal vero immaginandolo sostanzialmente simile alle mantelle cerate, o paraffinate, usate dai pescatori dei mari del Nord. In ogni caso quell'archetipo non ebbe ulteriore seguito, perdendosene presto le tracce, per cui occorrerà un'altra settantina di anni per ritrovare un capo d'abbigliamento similare.

Nel 1823 Charles Mackintosh, 1766-1843, un chimico inglese, inventò un singolare tessuto saldando insieme due pezze di lana tramite una spalmatura di caucciù: nacque così un panno multistrato, scarsamente flessibile ma totalmente impermeabile. Il particolare adesivo, infatti, ottenuto sciogliendo il caucciù nella nafta, aderiva fissandosi perfettamente alla trama degli opposti tessuti e, una volta asciugato, dalla loro intima coesione scaturiva un panno lana abbastanza spesso e poco cedevole che, però, la pioggia non riusciva in alcun modo a trapassare. Dopo averlo brevettato con la designazione ufficiale di 'tessuto impermeabile di lana', l'anno seguente impiantò a Glasgow la prima fabbrica destinata a produrre soprabiti resistenti all'acqua confezionati con lana così trattata. L'iniziativa incontrò ampio favore da parte dei consumatori e il suo cognome, che per noi è sinonimo di una tipologia di computer, divenne per antono-

In alto: *ricostruzione di paenula romana chiusa.*
In basso: *ricostruzione di paenula vista posteriormente e del cappuccio staccato.*

masia quello dell'impermeabile, ribattezzato all'epoca *mackintosh*.[48]

Il processo elaborato dal Mackintosh nel 1837 fu ulteriormente perfezionato da Charles Goodyear, un inventore statunitense celebre per aver messo a punto un efficace metodo per la vulcanizzazione della gomma. Si basava sull'aggiunta di piccole porzioni di zolfo al lattice colato dall'omonimo albero, che tramite il successivo riscaldamento si trasformava in un composto di gran lunga più resistente e, soprattutto, più elastico, ideale perciò per aderire a un soffice tessuto di lana ed impermeabilizzarlo senza però privarlo della sua abituale morbidezza. Di quell'inedito tessuto fece tesoro Thomas Burberry che, dopo aver aperto nel 1856 un negozio nell'Hampshire, mettendo a frutto le sue conoscenze tecniche, maturate come apprendista di un noto sarto, e l'innato buon gusto iniziò a produrre dei soprabiti impermeabili. Per la sua validità il prodotto incontrò subito il favore dei consumatori, consentendo all'ideatore di trasferirsi a Londra dove, nel 1880, fece debuttare tra i suoi tessuti un *gabardine* realizzato con fibre miste, ottimo per abiti pesanti fra i quali un particolare cappotto resistente all'acqua. La vera novità introdotta dal Burberry, non fu, però, un ennesimo prodotto tessile idrorepellente dal momento che per le sue confezioni si avvalse di quello ideato dal Goodyear ma l'aver ricercato, anche per quel tipo di abbigliamento, a fianco della praticità una indubbia eleganza. Nacquero così impermeabili per uomo e donna, che in breve volgere si imposero in tutto il mondo. In virtù di quella meritata rinomanza nel 1895 Burberry ricevette l'incarico di produrre le uniformi per le Forze Armate britanniche, che saranno indossate nella seconda guerra boera, 1899-1902, integrandole con un apprezzato cappotto impermeabile che derivò da un suo precedente modello civile usando un più pregiato tessuto.

Applicando la gomma vulcanizzata, infatti, su di un *gabardine* a spina di pesce, tessitura che ne accentuava la flessibilità, riuscì a ricavare una stoffa leggera e levigata, sulla quale la pioggia scorreva agevolmente senza poterla trapassare, ideale perciò per la linea dei suoi ormai famosi impermeabili. Nel 1901 il Ministero della Guerra britannico deliberò di ricavare proprio da quel tipo di stoffa un indumento rispondente all'esigenze dei soldati impegnati nei combattimenti. Ma sarà durante la Grande Guerra dopo lo

In alto: *tela raffigurante il re di Napoli Carlo III durante una battuta di caccia.*

stabilizzarsi dei fronti e la conseguente massacrante guerra di trincea che quel singolare indumento avrà il suo vero debutto.

La guerra di trincea non aveva dei precisi equivalenti nell'antichità, fatte salve delle brevi adozioni nelle opere di investimento ossidionale, condotte secondo gli avanzamenti a zig-zag delle 'parallele' di Vauban.[49] Ma la permanenza in quei fangosi budelli, spinti alacremente avanti dal lavoro degli zappatori, da cui anche il nome di 'zappe', era di pochi giorni al massimo, e per giunta quasi sempre nella buona stagione! Non così, invece, nel corso della Grande Guerra, complice l'ampio ricorso alle mitragliatrici ed al filo spinato: per mesi, e non di rado

48 Per una breve sintesi della storia dell'impermeabile cfr. M. VIGLIERO, *Storia dell'impermabile*, pubblicazione *on line*, 2011.

49 Cfr. I. HOGG, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1982, pp. 122-31.

WEST END GAZETTE

OCTOBER, 1915

NEW MILITARY "TRENCH" COAT.

A FEATURE (so far as tailors are concerned) of the great European War is the variety of garments worn by officers, the details of which are suggested by the actual requirements of the campaign, rather than by the usual official regulations from the War Office. Never in the history of military tailoring, has such latitude been allowed, and officers are quick to recognize and avail themselves of the advantages of every practical design that is submitted for their approval.

The Trench Coat is the latest illustration of this fact. Service at the Front during the trying months of winter, demands an overgarment that is portable, very warm, and not excessive in weight. The regulation great coat scarcely answers these requirements, and it is here that a garment such as described below commands extensive patronage.

This coat in various forms is now being extensively advertised and freely sold by most of our leading military outfitters, and as it is one that any tailor can successfully produce it is essential that all particulars relating to it should be placed at the disposal of the trade. It is not an officially recognized garment, so that no instructions as to its details are found in War Office regulations, nor are any "Sealed Patterns" available.

Broadly speaking the coat is an overgarment cut in the "sac" form and made very roomy to provide for ease. Some tailors cut the coat with the Raglan style of shoulders, but the majority of outfitters prefer the usual circular armhole form. The coats are usually finished, as our diagram suggests, in the double-breasted form, although some tailors cut them single-breasted with five holes and buttons down the front.

The style as shown on our diagram may be accepted as the standard form and the details are as follows: The material used for the coat is khaki drill. The fronts are finished with broad lapels, 6½ inches wide at the top, 4 inches at the waist, and 4 inches at the bottom. There is a V about 6 inches deep at the front of the neck to provide for a close fit. Five holes (they are best when piped with the same material) and five brown leather buttons are arranged down each breast in the positions shown on the drawing. The back length of the coat for a man of 5 feet 8 inches, is about 45 inches. A khaki, detachable, waist belt, 2½ inches wide as made up, is carried through side loops sewn on the waist line, and is fastened at the front by a large bronzed metal buckle which permits of the waist being drawn in to the requirements of the wearer. The closer it is drawn in the smarter is the appearance of the garment in wear. Two patch pockets with expanding pleats around the edges are laid on over the hips. The pockets are 9 inches wide, and 10½ inches deep. Over each patch a square flap 3½ inches deep, with a small hole and leather button, is introduced. A small hole is worked at the bottom of the front edge of each forepart, so that when marching the wearer can loop the front ends of the coat upon the small buttons of the flaps, in the French fashion. The sleeves are made up very long (from 5 to 6 inches longer than the usual sleeve length), and have a short contracting strap for drawing in over the wrist. The neck is finished by a stand and fall collar, with a 3 inch leaf, and a large tab at the front. In some cases a small button hole is inserted at the front end of the leaf, which fastens upon a button sewn on the opposite front end of collar when it is turned up around the neck. There is a back closing seam which is finished with a slit from the belt to the bottom. (See diagram.) When worn by mounted officers, a "saddle pad" is inserted; and also a strap inside each skirt for fastening around the small of the legs when riding. Shoulder straps, without ornaments are introduced. The lining of the coat is a very important consideration. Fleece, fur, or leather may be used, and the lining may be fixed or (as is mostly preferred) detachable. When detached the fleece or skin linings may be used separately as a dressing gown, or a pleasant and warm covering at night. The coat must be interlined throughout including sleeves, with oiled silk, and *when the linings are detachable* the oiled silk must be covered by poplin. Detachable linings are secured around the edges by small holes and flat buttons, or studs, in the way that motor coat linings are usually arranged. A list of the prices charged *to the trade* both for the linings and the completed garment by the firm of W. R. Tanner, 17, Kinlgy Street, Regent Street, London, W., will prove very useful to every tailor who undertakes orders for the trench coat. The prices are as follows:—Detachable fleece lining (36 inches long) 27s. 6d.; Chinese lamb, 55s.; shearling sheep, 67s. 6d. Messrs. Tanner supply the complete garment at the following rates: Coat with fixed fleece linings 67s. 6d; with Chinese lamb lining, 99s. 6d.; with shearling sheep lining 110s. The coat alone without fleece or skin lining they supply at £2 19s. 6d. The average length of material required for coat is 9 yards (single width), oilskin 5 yards (36 inches wide).

per interi anni, centinaia di migliaia di uomini marcirono in quei luridi solchi, senza altra protezione che l'uniforme sempre più logora, logicamente inutile contro i proiettili ma più ancora, purtroppo per loro, contro la gelida pioggia. E fu allora che ci si ricordò dell'impermeabile militare subito ribattezzato *coat trench*, ovvero *abito da trincea* destinandolo dapprima ai reparti di fanteria e poi anni dopo an-

In alto a sinistra: *una rara foto dei primi esemplari di trench su militari britannici.*

In alto: *il trench fu presto distribuito pure ai soldati semplici britannici in Europa.*

A fianco: *ufficiali britannici con il trench ormai di ordinanza.*

Nella pagina a sinistra: *foglio propagandistico del 1915 del nuovo impermeabile militare, definito coat trench.*

che a quelli della nascente aviazione inglese. Ad avvalersene furono inizialmente i soli Ufficiali dell'Esercito di Sua Maestà a partire dal 1914, ma in breve il confortevole indumento si impose, come prevedibile, tra i militari e dilagò, come imprevedibile, tra i civili, uomini e donne, che presero a indossarlo persino quando non vi era la minima avvisaglia di pioggia![50]

Trionfò così agli inizi del secondo decennio del XX secolo la moda del *trench-coat,* in breve *trench* per antonomasia: tra le caratteristiche che lo renderanno inconfondibile le spalline, l'allacciatura a doppiopetto, il sottogola, la cintura, la falda triangolare sovrapposta all'allacciatura per una miglior chiusura. Quanto alla stoffa, la più utilizzata fu il *gabardine*, tradizionalmente color kaki, sebbene se ne siano confezionati in molte altre tinte, non più legati all'uso militare. Alcuni decenni dopo, ben pochi, fra i tanti che usavano il *trench,* sapevano che quelle sue strane forme così accattivanti erano state suggerite da altrettante specifiche esigenze militari. Il modello originale, che debuttò a Verdun e nelle trincee delle Fiandre, lo stesso che poi sarà adottato pure dai *British Royal Flying Corps*, (formazioni che precederanno la *Royal Air Force*), portava un profondo sprone posteriore sulle spalle, le spalline necessarie per i gradi, le chiusure con cinghie ai polsini, per impedire l'entrata dell'acqua al sollevarsi del braccio quando si imbracciava il fucile, nonché tasche di sicurezza e una cintura di pelle intorno alla vita. Questa, che si serrava con una robusta fibbia, portava diversi anelli di ottone a forma di D per appendervi le bombe a mano, il binocolo o quant'altro necessario all'espletamento del servizio. La sua chiusura a doppio petto con ampi baveri serviva per fornire con la loro sovrapposizione una maggiore protezione del torace dal vento freddo. Ostentava una lunghezza decisamente superiore a quella che avrà in seguito la variante civile, in genere limitata al ginocchio, arrivando fin quasi alla caviglia, coprendo così il bordo degli stivali e proteggendo perciò dal-

50 Per ulteriori informazioni cfr. J. TYNAN, *Abito militare e Tempo Libero all'aperto per uomo: Trench di Burberry in Gran Bretagna Prima Guerra Mondiale,* in *Giornale della storia del design,* vol. 24, pp. 139-156.

In alto: *il trench nel dopoguerra diviene l'impermeabile per l'intera famiglia.*

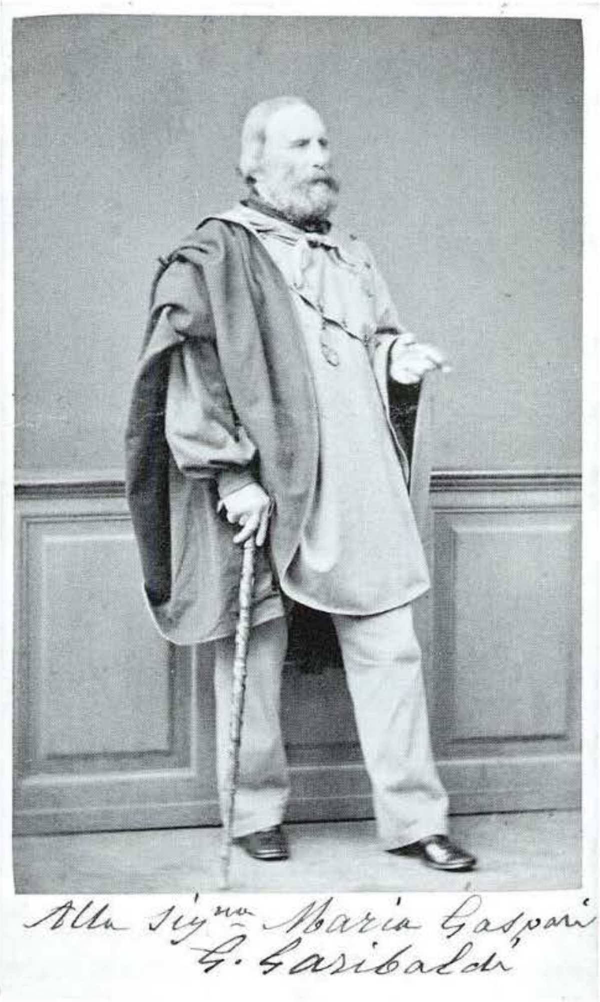
le intemperie anche le gambe. Un ulteriore accorgimento riguardava la fodera facilmente estraibile, che venne usata dai soldati come una sorta di vestaglia, per mantenere meglio il calore corporeo durante il riposo nella tenda.

In pochi anni il *trench* si diffuse in tutta Europa e poi nel mondo, senza preclusioni ideologiche o culturali: stando a uno scritto di Eva Braun, commessa in uno studio di fotografo, persino Hitler quando la conobbe lo portava! Ma la massima notorietà e celebrità deriverà al *trench* dal cinema, allorché attori celebri in pellicole mitiche lo indossarono con personale spontaneità: indimenticabile Humphrey Bogart in "Casablanca", o le leggendarie Greta Garbo e Marlene Dietrich e persino Audrey Hepburn nella scena finale di "Colazione da Tiffany". Altrettanto noti gli investigatori dei telefilm, che ne fecero una sorta di uniforme d'ordinanza, come il duro Tenente Sheridan, o lo sciatto collega Colombo, sempre con il loro *coat trench* col bavero sollevato e la cintura annodata a caso.

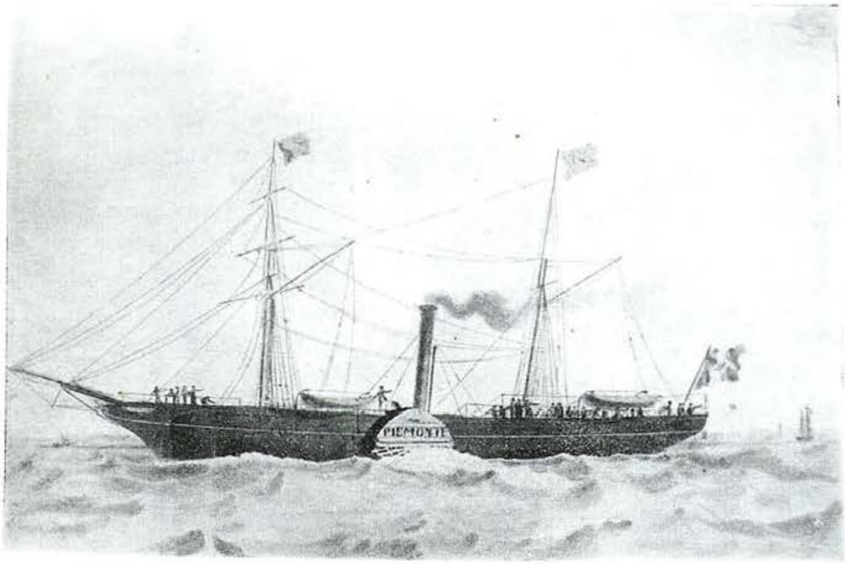
In alto: *Humphrey Bogart con indosso un trench in una celebre scena del film "Casablanca".*
A fianco: *Audrey Hepburn con indosso un trench in una scena di "Colazione Tiffany".*

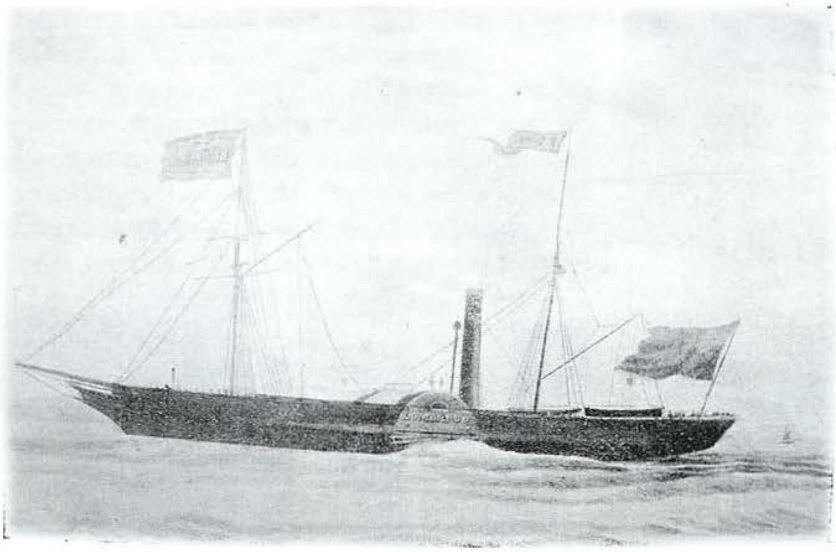
Unificazione d'Italia ed autoveicoli

Alle spalle di numerosi grandi eventi storici traspare una coincidenza tra l'avvento di nuovi mezzi tecnici e il parossismo di vecchie aspettative sociali, convergenza foriera di ineluttabile attuazione, che si concretizza con la prima circostanza propizia. Una sorta di maturità dei tempi: si spiega così la paradossale asimmetria fra le forze in campo e gli esiti raggiunti, ben esemplificata dall'epopea garibaldina, nella quale un pugno di uomini senza armi pesanti, conquistò uno Stato di 9 milioni di abitanti, dopo averne sgretolato l'Esercito di oltre 70.000 soldati, peraltro uno dei maggiori e più attrezzato della Penisola. E se l'Eroe dei Due Mondi fu l'attuatore di quel processo, le concause che seppe scatenare per eccitarlo furono senza dubbio il bisogno di una vera eguaglianza e quella, persino superiore, di un'effettiva libertà, con la fuoriuscita da un anacronistico feudalesimo, oscurantista e bigotto, contrario a ogni mobilità di classe o di luogo. Complice l'abnorme lunghezza geografica dell'Italia e la sua morfologia tormentata, quel cupo conservatorismo aveva dominato, sia pure in maniera diversa, gli Stati preuni-



A fianco: *Giuseppe Garibaldi con il suo abituale poncho in una foto della seconda metà dell'800.*
In basso: *una diligenza in sosta sul passo dello Stelvio intorno alla metà XIX secolo.*


Il Piemonte (Nave che trasportò i Mille).


Il Lombardo (Nave che trasportò i Mille).

Forse non si trattò di un caso che Garibaldi fosse un uomo di mare,[51] abituato a spostarsi per il mondo, né che si avvalse per la sua spedizione di navi a vapore, i primi mezzi meccanici della Storia! E forse non fu neppure un caso che allorquando, nel settembre del 1861, il neonato Regno d'Italia volle celebrare con l'Esposizione Nazionale di Firenze le sue ambizioni produttive, palesò, piuttosto, le sue arretratezze con un'unica straordinaria eccezione. Infatti, risultò arcaica l'agricoltura, asfittico l'allevamento, rudimentale l'artigianato ed embrionale l'industria, ma tra lo stupore dei visitatori uno strano congegno, rumoroso e puzzolente, costruito da un gracile prete e da un maturo ingegnere, padre Eugenio Barsanti e l'ingegner Felice Matteucci, venne fatto girare.[52] Azzeccata parve per tutti la definizione di *motore a scoppio*: quanto agli impieghi concreti non se ne immaginavano di alcuno tipo, nonostante i suoi 20 hp, potenza mostruosa per l'epoca se ottenuta senza caldaie, carboniere, rabbocchi d'acqua e fochisti! Un motore ideale per l'autotrazione, di cui però più che altro si fantasticava, osservando i suoi primi incerti e ridicoli passi, che impedivano anche ai più ottimisti di immaginare quanto imminente fosse l'avvento della carrozza senza cavalli né, meno che mai, quali e quante stravolgenti conseguenze avrebbe provocato nella società!

tari per secoli. Soggezione ulteriormente esasperata dall'inesistenza di rapidi trasporti, con conseguente amplificazione delle distanze e interdizione di commerci, che aveva finito per trasformare quel mosaico geopolitico in un arcipelago, con abitanti costretti a non lasciare le proprie isole, perché impossibilitati a navigare! Per avere una pallida idea di quanto improbo fosse viaggiare, nel 1853 la linea ferroviaria Torino-Genova di appena 166 km, una volta ultimata, permise di percorrere in appena (si fa per dire) 4 ore, la distanza che fino ad allora la diligenza a cavalli copriva in 25!

Sopra: *le navi a vapore a pale Piemonte e Lombardo, utilizzate per la spedizione dei Mille.*

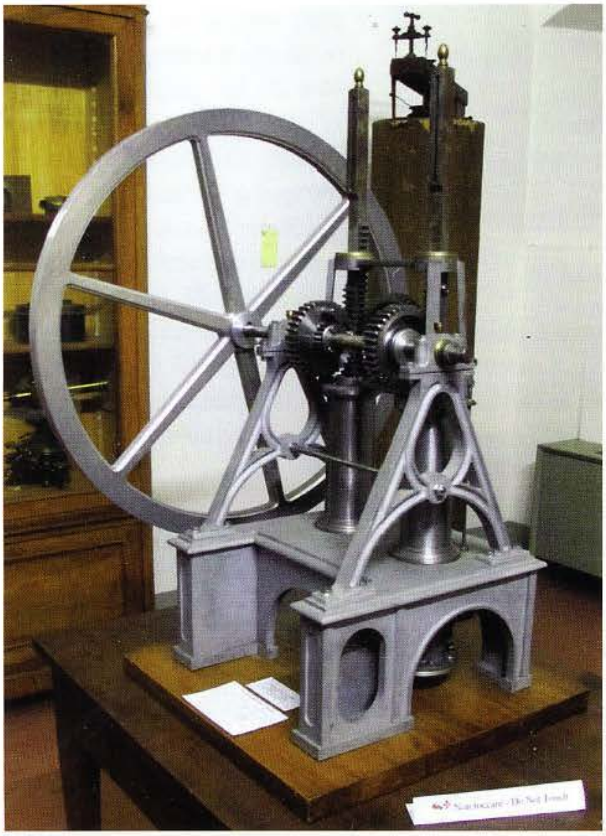
L'Italia tornava a unirsi dopo circa 15 secoli, e sebbene le strade fossero ancora, e solo, quelle romane la loro superba fattura era ormai uno sbiadito ricordo; simili a quelli romani pure i carri e le carrozze, ma per il degra-

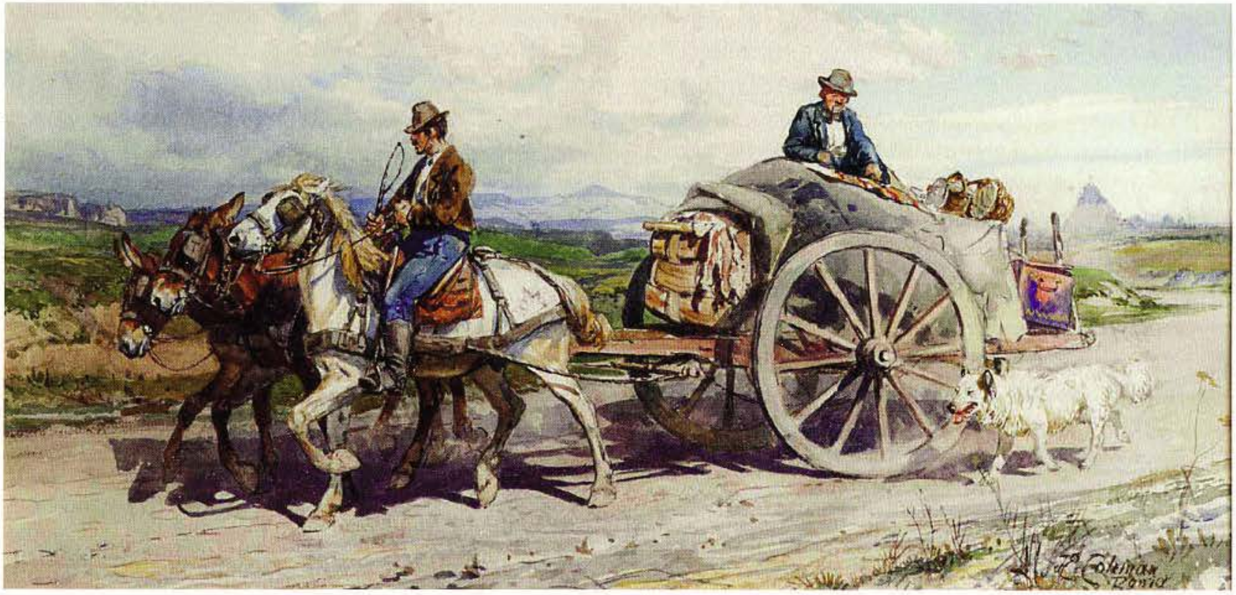
51 Sulla figura di Garibaldi, cfr. AA.VV, *Il Generale Giuseppe Garibaldi,* Roma 2007.

52 Per approfondimenti sul motore a scoppio cfr. E. BORCHI, R. MACII, *Evoluzione di un'idea: il motore Barsanti-Matteucci,* Pisa, 2005.

In alto: *busto in marmo di padre Eugenio Barsanti.*
In alto a destra: *francobollo commemorativo del 150° anniversario dell'invenzione del motore a scoppio di padre Eugenio Barsanti e dell'ingegnere Felice Matteucci.*
In basso: *vedute varie della ricostruzione in grandezza naturale del primo motore a scoppio.*

do della rete viaria i loro spostamenti, specialmente su grandi distanze, erano di gran lunga più lenti. Il muoversi, che nei secoli precedenti era stato un privilegio di pochi individui curiosi e benestanti, si propose all'indomani dell'Unità d'Italia come la prioritaria esigenza socio-economico della Nazione, l'essenza stessa della libertà, del progresso, dell'economia e del commercio e, pertanto, bisognosa di un rapido incremento. Ma la situazione vigente non era affatto favorevole: modeste le varie ferrovie costruite nei diversi Stati preunitari, e per giunta non compatibili fra loro, poche le strade nuove, i cui tracciati, gravitando intorno alle precedenti capitali, mal si prestavano a raccordarsi! Rari i porti, privi di





retrostanti collegamenti stradali e ferroviari, nonostante uno sviluppo costiero di oltre 8.000 km. In definitiva una nazione protesa verso un'ampia mobilità, ulteriormente esaltata dalla scelta di Roma per capitale, ma inceppata dalla sua medievale arretratezza. L'Italia aggregata dal Risorgimento, pertanto, si confermò nei primi anni che seguirono tutt'altro che unita, specialmente sotto il profilo dei trasporti, giustificando la priorità subito assegnata alla costruzione di strade e ferrovie, la cui deprecabile carenza si reputò la massima concausa dell'arretratezza del Mezzogiorno e del brigantaggio.

Ovvia, perciò, la priorità subito assegnata alla costruzione di strade e ferrovie che, tuttavia, secondo una risaputa prassi si attuò con esasperante lentezza. Sette anni occorsero per avere la legge 4613 del 30

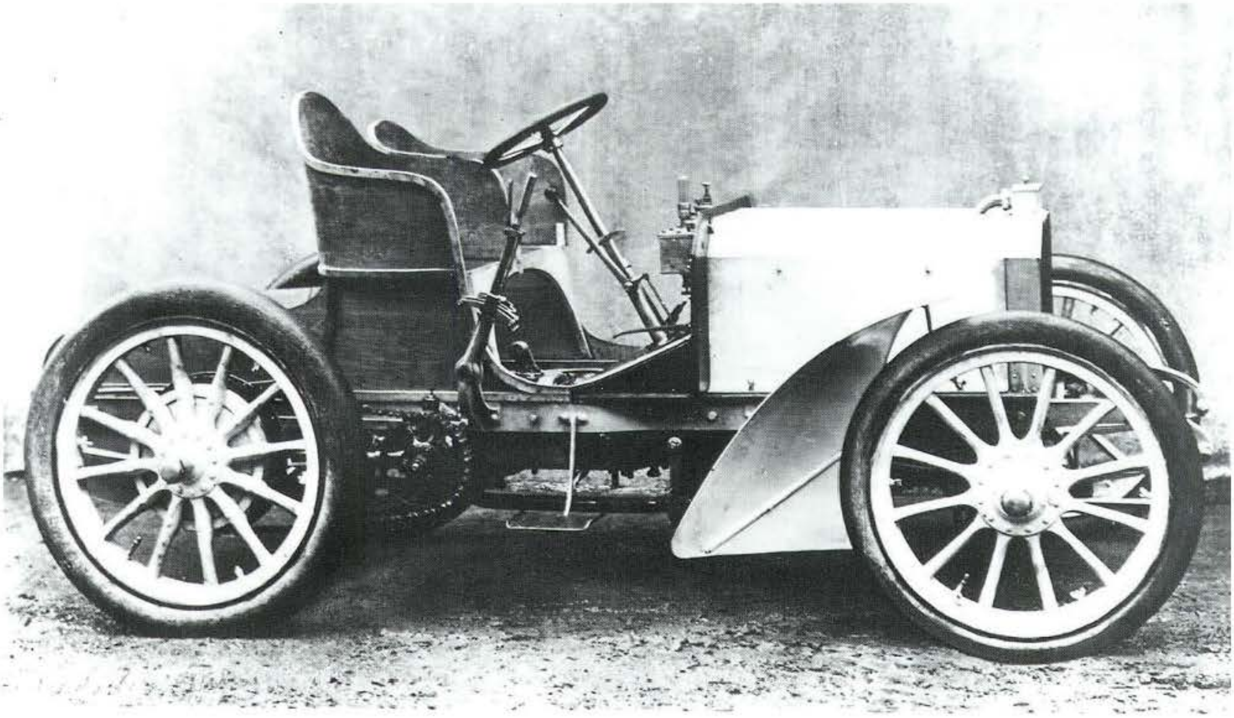
In alto: *trasporto di mercanzie varie su di un carro agricolo a due ruote.*
In basso: *tipico carro italiano da trasporto agricolo.*

agosto '68, copia di quella francese del '63, che obbligava tutti i comuni a costruire o a ripristinare le strade per il rispettivo capoluogo di provincia, o per il più importante centro abitato limitrofo, o ancora per la stazione ferroviaria e scalo marittimo. Trascurabili i risultati, tant'è che la legge 333 del 1881 dovette programmare la costruzione di oltre 6.000 km di nuove strade, in un arco di quindici anni. È facile ravvisare alle spalle del nuovo provvedimento, la crescente pressione del rapido evolversi della meccanizzazione degli autoveicoli con le loro precipue esigenze. È facile ravvisare alle spalle di quest'ultimo provvedimento la rilevante e crescente pressione che l'evolversi della meccanizzazione dei trasporti ormai esercitava.

Sul finire di quel secolo, infatti, comparvero le prime vere carrozze senza cavalli e i primi auto-carri, che sancirono pure l'affermazione del motore a scoppio, nel frattempo ridottosi nell'ingombro e perfezionatosi nella dinamica, su quello a vapore. La corsa del 1895 tra Versailles e Bordeaux, andata e ritorno per circa 1.200 km, ne fu la conferma e sancì pure la nascita della grande industria automobilistica, promossa, di lì a breve, a risorsa strategica dalla Grande Guerra. Che la costruzione delle strade, poi, risultasse più economica delle ferrovie, costituiva la conseguenza dell'intrinseca maggiore rigidità di tracciato delle seconde in un territorio aspro e impervio come quello italiano, per cui s'iniziò a reputare, se non fondamentale, almeno congrua al commercio una capillare e flessibile rete stradale. L'abbattimento dell'attrito, ottenuto con l'adozione dell'asfalto, avvenuta in Europa a partire dal 1854, miglioria esaltata dalla invenzione del pneumatico, del resto, aveva già reso molto meno oneroso il trasporto su strada, accentuandone la concorrenza con quello su ferro. E se il costo per tonnellata trasportata su strada era, e resterà, sempre sensibilmente superiore che su rotaia, il vantaggio del trasferimento dal mittente al destinatario, cioè del carico non spezzato, *porta a porta,* colmerà presto tale gap, rendendolo spesso più remunerativo dell'altro.

In breve, l'unificazione dell'Italia, dal punto di vista dei trasporti, fu una sorta di spartiacque tra il mondo antico e il contemporaneo, la cui diversi-

In basso: *primo autoveicolo a tre ruote a motore prodotto dalla Benz a partire dal 1886.*



tà non insisteva principalmente sulla rete stradale o sulla gamma tipologica dei veicoli, ma soprattutto sulla loro meccanizzazione. E il motore a scoppio di padre Barsanti e dell'ingegner Matteucci del 1861 andò a soddisfare un'esigenza lungamente attesa per quel salto tecnologico, la stessa che sembra mancare in molti disegni di Leonardo e, prima ancora, in molte macchine ellenistiche, per il resto già congrue alla sua adozione.

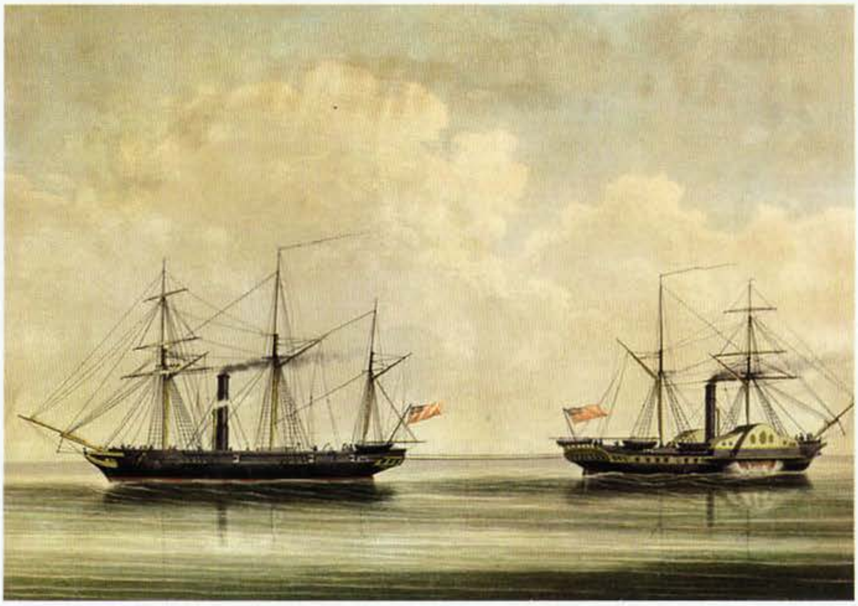
In alto: *una Mercedes del 1901 con trasmissione a catena.*
In basso: *Ford T prodotta a partire dal 1908.*

In Mare

Nave Amerigo Vespucci

Militaria mirabilia

Tiro alla fune sul mare



Il 3 aprile del 1845 due navi della *Royal Navy*, nel tratto di mare prospiciente la costa tra la foce del Tamigi e dello Yare, a Norfolk, si affrontarono per una singolare disputa indetta dall'Ammiragliato, per stabilire in maniera inequivocabile quale sistema di propulsione, ruota a pale o elica, fosse da preferire. Le due unità, erano l'*HMS Alecto*, di circa 880 tonnellate, la cui ruota era mossa da una macchina a vapore di 200 hp, e l'*HMS Rattler*, anche esso di circa 880 tonnellate, spinto da una elica fatta girare da un'analoga macchina a vapore da 200 hp. Praticamente due navi pressoché identiche per dislocamento e potenza motrice, ma completamente diverse per organo di propulsione. A favore della ruota a pale giocava la tradizione e la diffidenza verso l'elica, peraltro ancora in fase di perfezionamento, contro invece la sua eccessiva vulnerabilità negli scontri con i vascelli nemici. Da almeno quindici anni si protraeva il dibattito tra i sostenitori della ruota e dell'elica, nel frattempo perfezionata vistosamente, passando da una sorta di vite di Archimede a una configurazione molto simile all'attuale con corte e larghe pale[1]. Va ricordato che già nel 1829 una piccola nave italiana, la *Civetta*, di appena 48 tonnellate e destinata al trasporto di una quarantina di passeggeri da Trieste a Venezia, era stata equipaggiata con un motore a vapore e con un'elica, collocata sotto la linea di galleggiamento ed applicata a poppa mediante un albero orizzontale, esattamente come si pratica sempre oggi. A progettarla una singolare figura di studioso Joseph Ressel, 1793-1857, considerato uno dei massimi propugnatori della propulsione navale ad elica La velocità sviluppata era di 6 nodi, ma lo scoppio di un tubo del vapore ne arrestò l'ulteriore impiego.

Le tante prove che da allora si susseguirono un po' dovunque, confermarono sempre la validità dell'elica, sia dal punto di vista strettamente dinamico che, soprattutto, da quello militare. La ruota a pale, infatti, oltre a essere come accennato estremamente vulnerabile per la sua intrinseca fragilità e per la sua vasta esposizione sulle fiancate della nave, ostacolava pure gravemente la collocazione dei cannoni, ancora disposti in batteria sui ponti. Nonostante ciò l'idea di adottare l'elica stentava a farsi accettare tra i membri dell'Ammiragliato, all'epoca tra le

1 A. MONDINI, *Storia della tecnica. Dal Seicento al Novecento*, Torino 1977, vol. III, pp. 255-61.

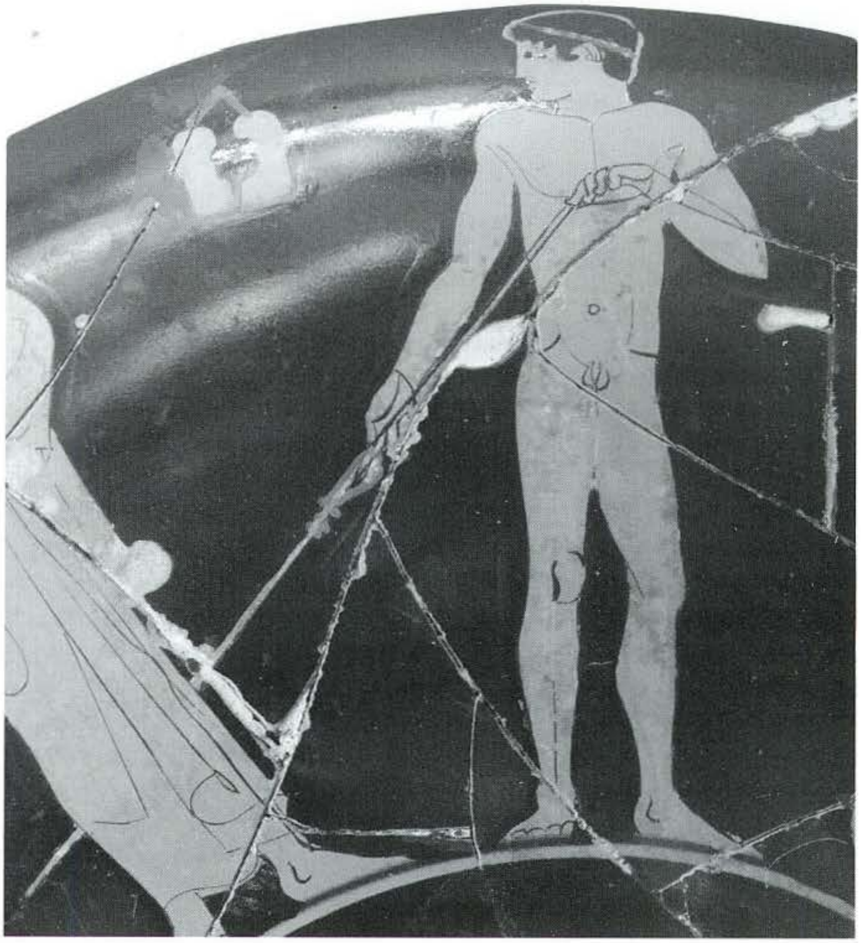
In alto: *lo storico tiro alla fune navale disputatosi nel 1828 tra le navi da guerra Rattler, ad elica, ed Alecto, a ruota.*

istituzioni più prestigiose del settore che, alla fine, per fugare ogni riserva indisse dei confronti diretti a partire da varie gare di velocità, tanto con mare calmo che agitato, tra il *Rattler* e l'*Aletto*. La prima, dipanatasi su una rotta circa di 80 miglia marine, vide il prevalere della *Rattler* con oltre 23 minuti di anticipo. Modificata la forma dell'elica, in una successiva gara di 60 miglia, nonostante i forti venti contrari il *Rattler* vinse ancora ma con un margine di 40 minuti. Altre dieci prove si avvicendarono e tutte confermarono sempre il medesimo esito.
Per ribadire in modo indiscutibile quel risultato, tacitando ogni residuo dubbio, fu organizzata per la verifica finale, il più plateale e scenografico confronto: le due navi, disposte poppa contro poppa, vincolate fra loro tramite una robusta gomena, ricevettero contemporaneamente l'ordine di dare alle rispettive macchine l'avanti tutta. A ben vedere era una variante navale e meccanica del classico tiro alla fune! A rendere la gara più avvincente contribuì la più veloce acquisizione della massima potenza da parte della macchina dell'Aletto, che riuscì perciò a trascinare all'indietro il *Rattler* per almeno cinque minuti. In quel breve intervallo, però, anche la sua macchina raggiunse la massima potenza e la situazione lentamente ma inesorabilmente s'invertì. Le due navi, nonostante avessero entrambe le macchine a tutto vapore, restarono immobili per breve tempo mentre il mare, battuto dalle pale delle ruote e dell'elica, spumeggiava rumorosamente. Poi, gradatamente il *Rattler* si mosse ed iniziò a rimorchiare l'*Aletto*, aumentando di minuto in minuto la propria velocità, fino a raggiungere i 2.8 nodi, vanificando ogni resistenza dell'avversario.
La causa dell'elica a quel punto risultò smaccatamente vinta, persino agli occhi dei più scettici e, come sempre accade, ogni Nazione cominciò a rivendicarne l'invenzione, tant'è che ancora oggi se la contendono i francesi Thomas Carle August Dallery (1754-1835) e Pierre Louis Fréderic Sauvage (1786-1854), l'americano John Stevens (1749-1838), l'inglese Francis Pettit Smith (1808-1874) e finanche lo svedese John Ericsson (1803-1889). Paradossalmente, nonostante l'evidente risultato, l'Ammiragliato condusse ancora ulteriori verifiche nel 1846 che certificarono senza alcun dubbio di sorta i vantaggi della propulsione a elica, e pochi anni dopo, per l'esattezza dal 1885, la costruzione di unità a ruota cessò irreversibilmente.

In alto: *modello della nave Civetta del 1829, spinta da un'elica a vite di Archimede.*
Nel tondo: l'elica montata sulla nave Civetta.

Parte Seconda

La bussola senz'ago



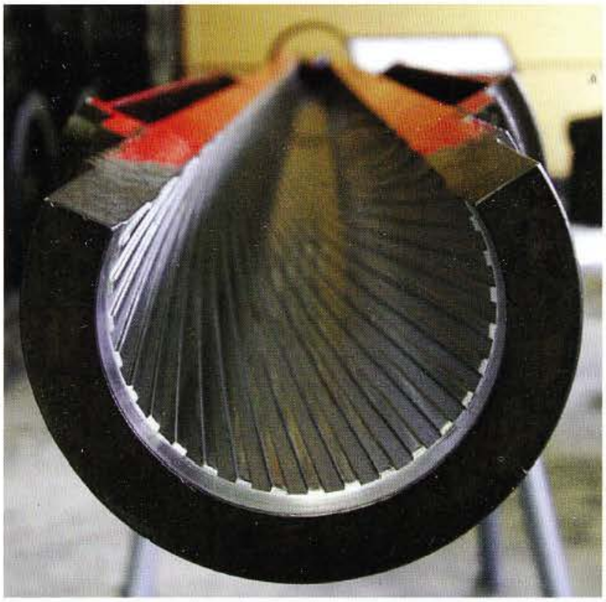
La conoscenza del fenomeno è molto antica, a differenza delle ragioni fisiche che lo determinano. Almeno dal IV sec. a.C., infatti, si utilizzavano giavellotti e poi dardi che tramite una cinghia avvolta sull'asta a spirale, i primi, o tramite le piume degli impennaggi collocate sghembe sul fusto, i secondi, giravano durante il volo, incrementando così la gittata e la precisione del tiro.[1] Il fenomeno, sempre nella più assoluta ignoranza delle sue cause, fu adottato in seguito per le verrette delle balestre, trasferendosi poi alle pallottole delle prime armi da fuoco individuali.[2] Si ebbero così delle carabine da caccia con l'anima rigata, e poi dei moschetti e più tardi ancora delle piccole artiglierie e, infine, intorno alla metà del XIX secolo dei cannoni a retrocarica inventati dal Generale Cavalli e provati in Svezia tra il 1845-46. In quell'ambito storico si appurò pure la spiegazione del fenomeno, definendola *effetto giroscopico*: in pratica ogni corpo che gira intorno a un proprio asse, gli impedisce di mutare l'orientamento, ovvero lo costringe a girare sempre con la stessa direzione non potendo per equilibrio energetico variare il suo momento angolare. Esempio più vistoso e noto, la trottola dei bambini, che gira in perfetto equilibrio sulla punta una volta avviatane la rotazione; altrettanto noto ma meno evidente l'equilibrio che mantiene biciclette e motociclette stabili sulle sole due ruote una volta che inizino a girare, indipendentemente se avanzino sulla strada o stiano immobili sui rulli.

Si pensò sul finire del XIX secolo di sfruttare la stabilità del giroscopio per neutralizzare, o almeno attutire, il rollio delle navi da guerra, e poi per ra-

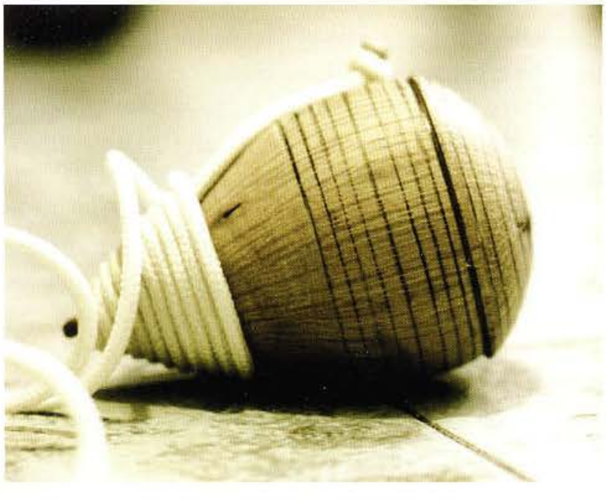
1 In merito cfr F. RUSSO, *Dai Sanniti all'Esercito Italiano. La regione fortificata del Matese*, Roma 1991, pp. 35-40.
2 Cfr. H.L. PETERSON, *Armi da fuoco nei secoli*, Milano 1963, pp. 130-138.

In alto: *raffigurazione vascolare del IV sec. a.C. di atleta che si accinge a lanciare il giavellotto tramite la cinghia,* amentum, *che lo pone in rotazione.*

gioni intuibili anche passeggeri, ricavandone perciò una punteria più precisa per le loro artiglierie. Il sistema elaborato avrebbe reagito alle sollecitazioni del moto ondoso con contro sollecitazioni opposte, comandate dal giroscopio, fornendo perciò un vero sistema di stabilizzazione attivo, alternativo a quello meramente passivo delle alette poste correnti da prua a poppa lungo l'opera viva, che smorzavano il rollio grazie alla loro forte resistenza idrodinamica trasversale. Un congegno del genere fu proposto dallo statunitense Elmer A. Sperry 1860-1930, per la prima volta nel 1912 applicandolo a titolo sperimentale su di una decina di navi da guerra. In linea di larga massima comprendeva un girostato, di notevole massa, pilotato a sua volta da un piccolo giroscopio che in una frazione di secondo, in base alla sollecitazione ondosa, lo attivava riducendone l'iniziale inerzia.[3] Il peso complessivo del congegno poteva raggiungere il 2.5% del dislocamento della nave, eccessivo per essere apprezzato dalle marine militari che tendevano a utilizzare al massimo i carichi disponibili per dispositivi difensivi od offensivi. Concettualmente, del resto, parve assurda l'idea di stabilizzare una intera nave, spesso di oltre 40.000 tonnellate di dislocamento, per stabilizzare i suoi cannoni, ciascuno dei quali non eccedeva il centinaio di tonnellate!

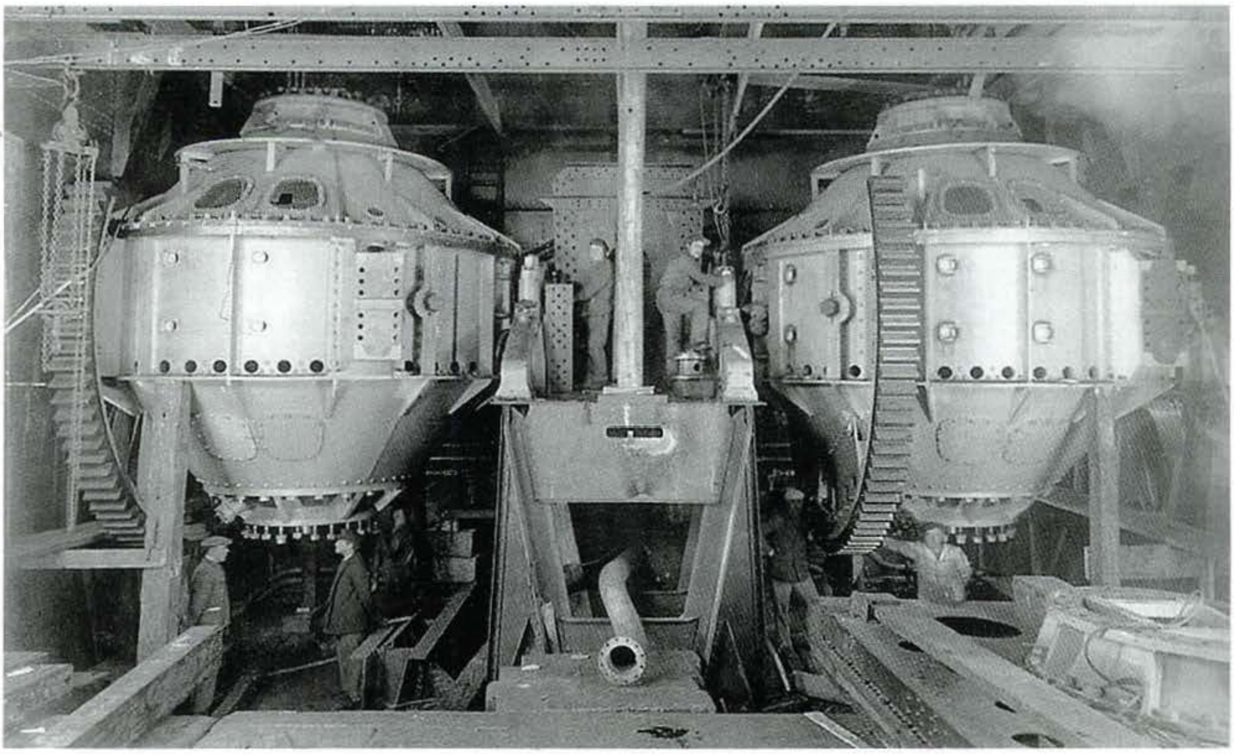


E proprio al criterio informatore di stabilizzare soltanto questi si tornerà nella Seconda guerra mondiale, rielaborando quell'idea con risultati positivi. I pezzi contraerei, ad esempio, di minor calibro e destinati a un bersaglio molto più piccolo e veloce come quelli della corazzata "Roma" da 90/50 utilizzavano un affusto prestabilizzato sui quattro assi di direzione, alzo, rollio e beccheggio, grazie ad un sistema di ben undici giroscopi. La correzione del rollio era di ±14°, quella



3 Per approfondimenti cfr E. SPERRY, *Lo stabilizzatore giroscopico attivo per navi*, Milano 1927.

In alto: *antico pezzo di artiglieria con l'anima rigata.*
Al centro: *rigatura dell'anima evidenziata dalla sezionatura di un moderno cannone.*
In basso: *trottola a strappo.*



del beccheggio di ±5°. Risultati più soddisfacenti furono invece conseguiti sulla stabilizzazione delle piccole imbarcazioni il cui impiego si è perciò diffuso. Sistemi giroscopici stabilizzano attualmente anche i cannoni dei carri armati consentendo loro perciò di sparare an-

In alto: *i grandi giroscopi antirollio del transatlantico italiano Conte di Savoia.*
In basso: *impianto di cannoni contraerei 90/50 stabilizzati da un sistema di 11 giroscopi.*

appena preso in consegna il mezzo, e per conseguenza a sparare soltanto da fermi.

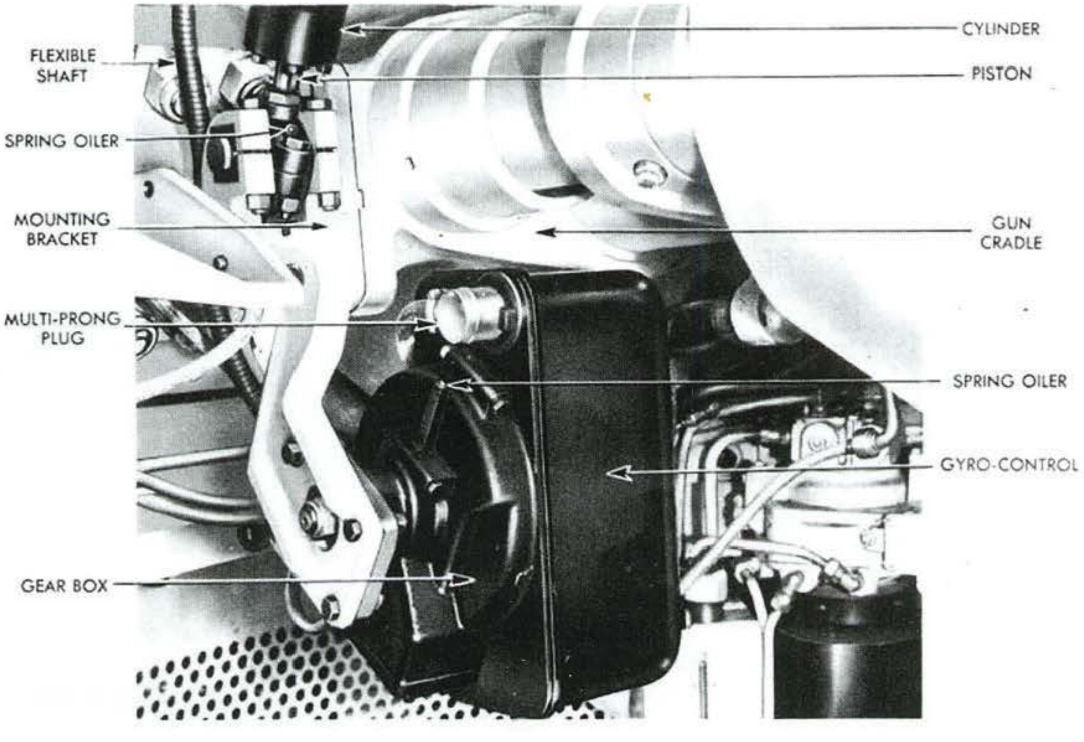
Il giroscopio gigante, che complice la sua ingentissima massa non si era dimostrato conveniente per la nave, suggerì un uso del tutto diverso, ovviamente con dimensioni estremamente modeste: la stabilizzazione del suo asse, infatti, una volta cessato il suo moto di precessione poteva fungere da bussola di estrema precisione ed esente dalla benché minima interferenza magnetica. Si ideò così e venne brevettata nel 1885 da Martinus Gerardus van den Bos, di nazionalità tedesca, la

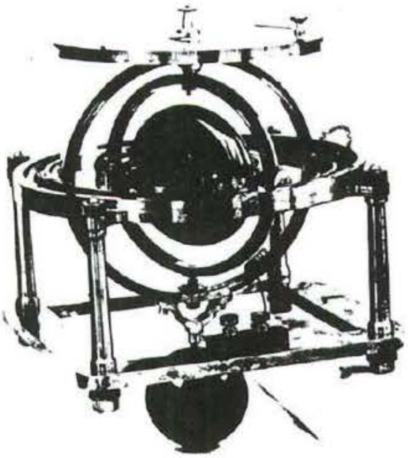
che in corsa[4], soluzione che ebbe il suo debutto sui carri statunitensi M4 *Sherman* prodotti a partire dal 1942, per stabilizzarne il cannone da 75 mm in elevazione. I risultati, però, furono talmente deludenti da costringere sempre l'equipaggio a disattivare il dispositivo

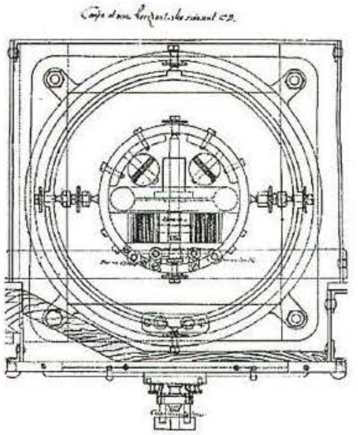
girobussola che tuttavia non possedeva ancora dei requisiti ottimali di affidabilità. Sempre per larga massima constava di un disco di discreto diametro munito di un sottile asse che veniva posto in rapida rotazione: l'asse che per l'effetto giroscopico tendeva a non va-

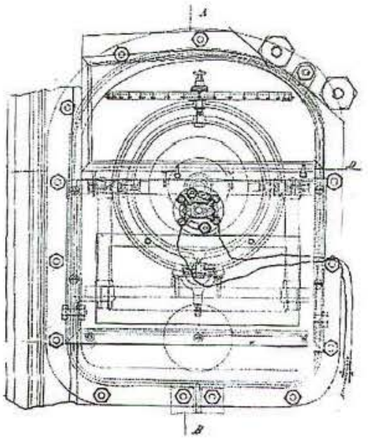
4 Un breve accenno alla stabilizzazione dei cannoni dei carri è esposto da A. DONNARI, *Il carro armato. Storia, dottrina, impiego*, Roma 1995, pp. 92-94.

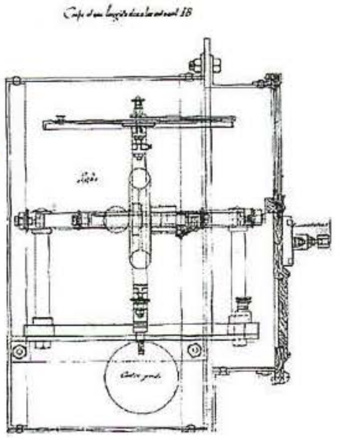
In alto: *moderno stabilizzatore giroscopico per barche da diporto.*
In basso: *stabilizzatore giroscopico del cannone da 75 mm del carro statunitense Sherman.*

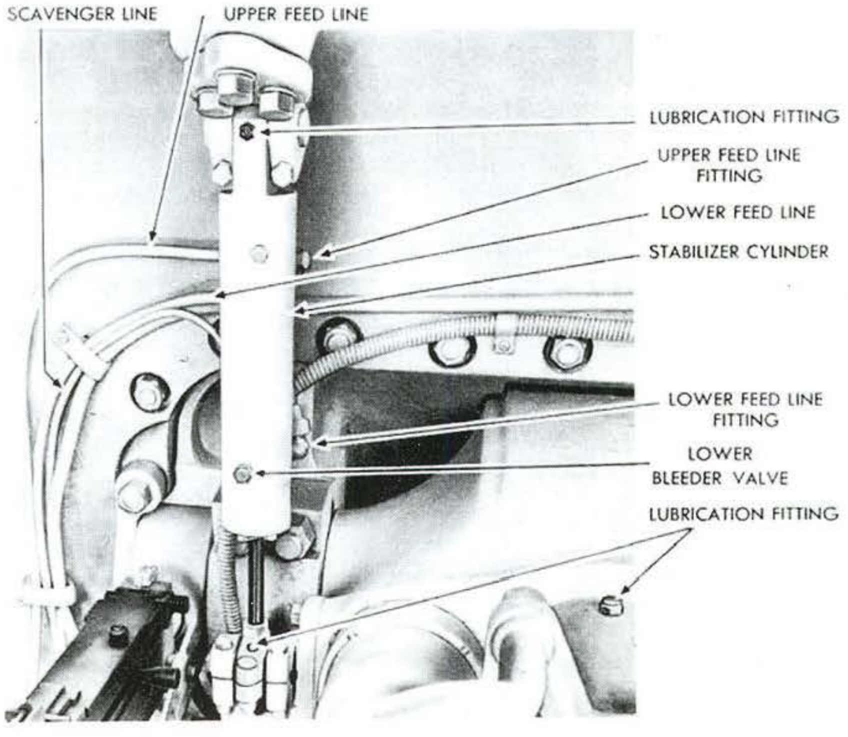








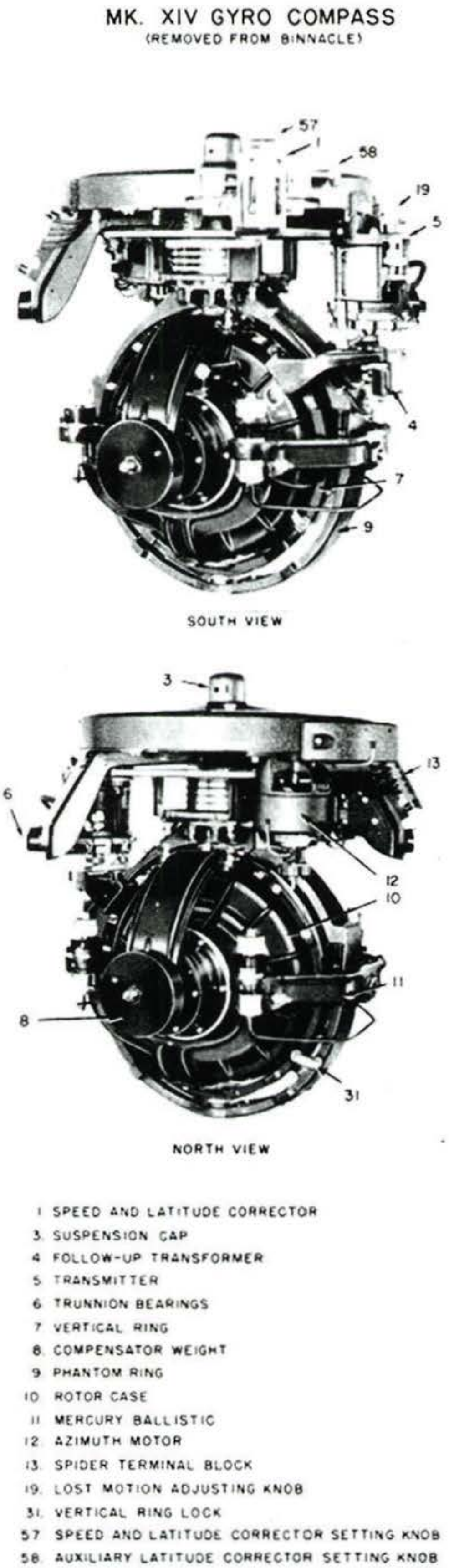




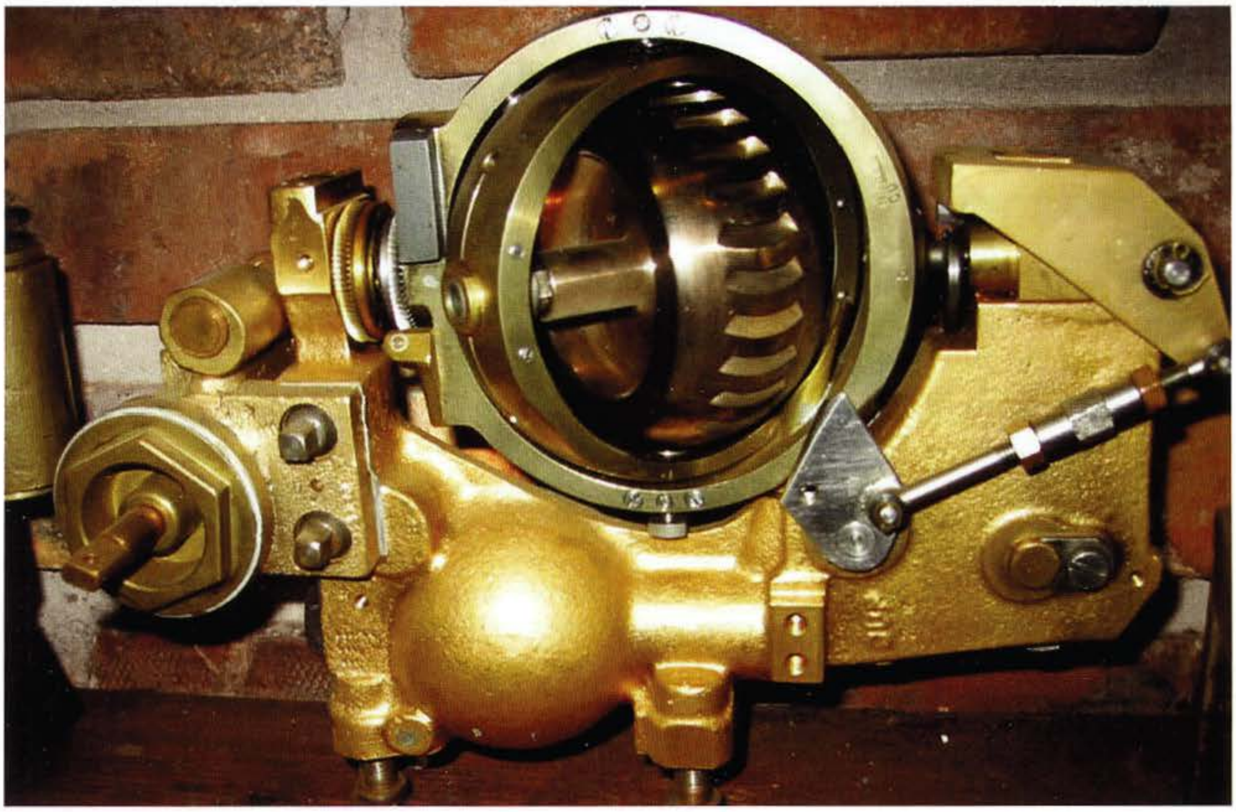
riare la propria direzione, subiva però ad opera della rotazione terrestre delle continue deviazioni alle quali reagiva oscillando fino ad allinearsi col meridiano. A quel punto, non mutando più il proprio orientamento per la rotazione terrestre, si stabilizzava indicando con le sue estremità il nord e il sud geografici. Una bussola del genere andò ad equipaggiare il sommergibile sperimentale francese *Gymnote* nel 1889 consentendogli così di mantenere la rotta per diverse ore e rompere il blocco navale del 1890. Nel 1903 comparve ad opera di un altro tedesco, Herman Anschuz-Kaempfe, un nuovo modello di girobussola perfettamente funzionante che sarà ulteriormente migliorato da Sperry, il quale tenterà di venderlo nel 1914 alla *Kriegsmarine* germanica, dando così origine a una disputa con Anschuz-Kaempfe che Albert Einstein, allora funzionario dell'ufficio brevetti di Berna, risolse sposando le ragioni del primo. In seguito collaborerà con l'inventore tedesco per ottimizzare la sua girobussola, che troverà non solo adozione sulle navi, ma anche come cuore del sistema di guida della bomba volante *Fieseler Fi 103*, più tristemente celebre come V 1[5] e soprattutto nei siluri.

5 In merito cfr. D. IRVING, *Le armi segrete del Terzo Reich,* Verona 1968, pp. 254-260.

In alto: *disegno in sezione dello stabilizzatore giroscopico di un carro sovietico.*
In basso: *elemento di trasmissione idraulica dal giroscopio al cannone del carro Sherman.*

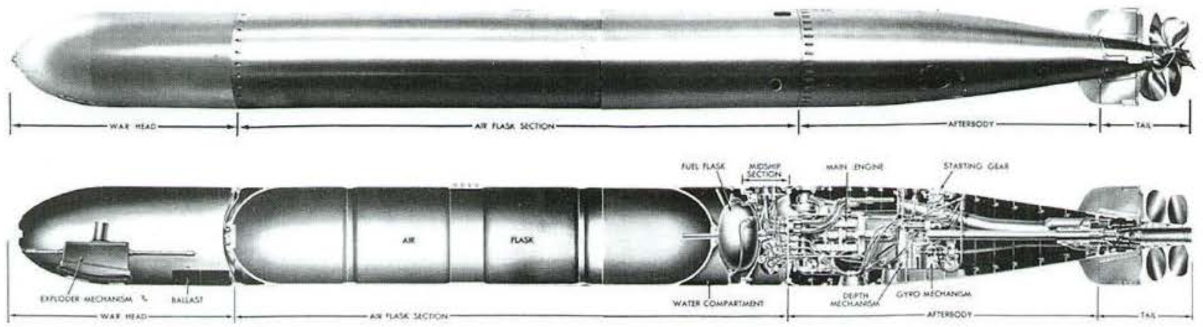


In alto: moderna girobussola aperta.
Al centro: girobussola nel suo contenitore.
In basso: girobussola sezionata.



In alto: *girobussola di VI.*

In basso: *girobussola di siluro britannico.*



La scuola per palombari della Marina Militare Sarda 1849

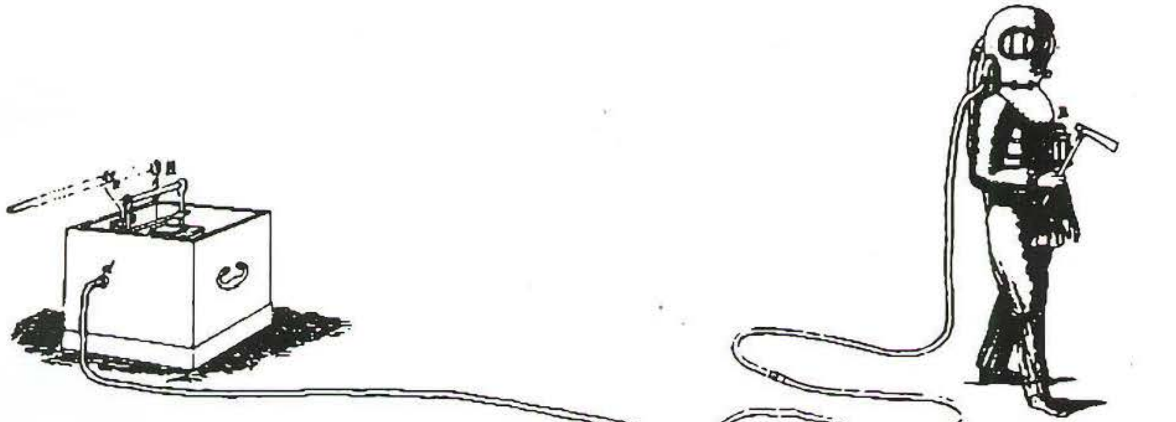
Nel 1823 i due fratelli Charles e John Deane, 1800-1884, di nazionalità inglese, depositarono presso l'Ufficio Brevetti di Londra, in data 4 novembre, una richiesta relativa a una apparecchiatura che consentiva di operare in ambienti saturi di gas venefici, quali quelli sprigionati da un incendio, in particolare nelle miniere. I due fratelli, carpentiere navale Charles e marittimo John, avevano uno stretto rapporto col mare e forse in quella loro idea furono stimolati dalla conoscenza dei terribili esiti della fiamme a bordo e della difficoltà, in tali circostanze, di portare aiuto a quanti rimanevano bloccati. Il brevetto più dettagliato fu richiesto però nell'aprile dell'anno successivo, chiamandolo significativamente *Smoke Helmet*, elmo da fumo, precisando che si trattava di una maschera che doveva essere indossata dai soccorritori prima di entrare negli ambienti saturi di fumo. Un dispositivo, perciò, utile tanto per i vigili del fuoco quanto per i minatori, e che solo in un secondo momento si adattò all'impiego subacqueo.[6]

Negli anni immediatamente successivi, dalle numerose prove pratiche i fratelli Deane traggono gli spunti per molteplici perfezionamenti, fra i quali, forse il più importante, il collegamento del loro elmo a una corta giacca, primo passo verso lo scafandro elastico da palombaro. Pur riscuotendo un discreto successo, per la loro umile origine, ai due inventori non viene concesso l'adeguato credito indispensabile per finanziare lo sfruttamento industriale di quella loro invenzione. E, dal momento che nel frattempo il meccanico tedesco Augustus Siebe, 1788-1872, aveva realizzato uno scafandro non molto diverso dagli attuali, proprio a lui si rivolsero i Deane. Un nuovo elmo venne perciò prodotto dal Siebe utilizzando i suggerimenti di Charles Deane, e di George Edwards, un giovane ingegnere esperto del settore che, a sua volta, proponeva uno scafandro impermeabile completo.

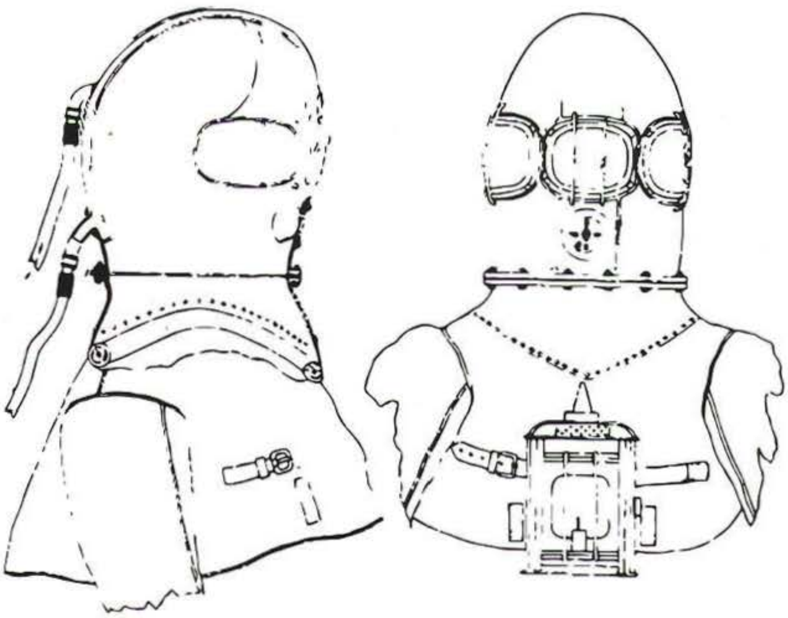
Allo scopo tra il 1825-30 il gruppo si avvalse pure delle migliorie introdotte da Charles Mackintosh nella fabbricazione delle tele gommate, selezionandone le più idonee alla confezione delle spesse mute da fissare all'elmo. Era infatti basilare, per il corretto fun-

6 Per ulteriori approfondimenti cfr. J. BEVAN, *The Diver Infernal*, London 1966.

In alto: *prospetto e sezione di un siluro navale.*
In basso e all'altra pagina: *disegni allegati alla richiesta di brevetto.*



zionamento di quell'antesignano scafandro da palombaro, che la tuta fosse completamente impermeabile, risultato a cui si pervenne soltanto una decina di anni più tardi. Nel 1839 comparve così la prima tenuta da palombaro assolutamente stagna, riscuotendo subito un grande successo, tant'è che fu adottata dalla *Royal Navy* nel 1840 in quanto reputata la migliore. Negli stessi anni anche le pompe per il rifornimento di aria al palombaro erano state notevolmente migliorate da Siebe, accentuandone la tenuta dei pistoni e incrementandone il raffreddamento. Charles Goodyear, infine nel 1844, completò l'ottimizzazione dello scafandro con la vulcanizzazione della gomma.

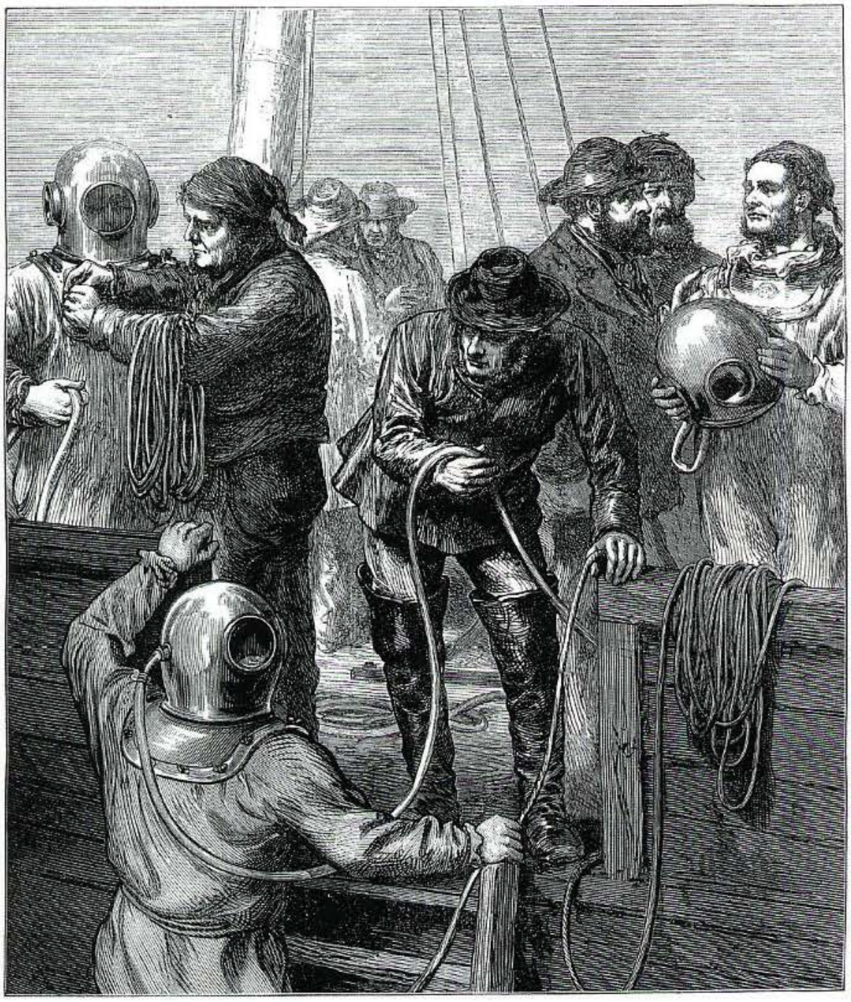


Pochi anni dopo, esattamente nel 1849, constatata la necessità per le moderne navi a elica di ricorrenti manutenzioni allo scafo rispetto a quelle a vela, l'alto comando della Regia Marina da Guerra Sarda sottopose al re Vittorio Emanuele II il progetto per la costituzione di una Scuola per Palombari, così formulata:

In basso, da sinistra: *elmo per gli interventi antincendio. Perfezionamenti dell'elmo antincendio. Il nuovo casco da palombaro.*

Relazione a S. M. in data 23 luglio 1849:
SCUOLA PER FAR ALLIEVI NELLA PROFESSIONE DI PALOMBARO

La necessità di formare nel porto di Genova degli abili Palombari di cui si ha spesso bisogno, tanto pei lavori di mare quanto per far visitare sott'acqua la carena de' R. Legni già indusse il Governo fin dal mese di settembre dello scorso anno a prendere a R. Servizio per due anni il marangone Gardner, cui fissava la giornaliera mercede di L. 12,55 coll'obbligo di fare degli allievi fra gli operai ed i marinai della Regia Marina. Dai rapporti del comando G.le della R. Marina parrebbe però essere scarsissimo il



3° – che dopo tale esperimento l'allievo sia iscritto nel ruolo de' Palombari e come tale sia chiamato a farne funzioni per turno, a misura de' bisogni del R. Servizio;

4° – che il Palombaro abbia a ricevere una mercede di L. 5 per la prima ora di lavoro sott'acqua, L. 2 per le successive, senza pregiudizio della sua paga di operaio o marinaio;

5° – che uguale mercede sia concessa ai Palombari estranei alla Marineria Reale richiesti a prestar l'opera loro.

Pur mancando un riscontro certo dell'approvazione della richiesta, la sola formulazione già basta a sancire la rilevanza dell'attività e la sua crescente necessità nei ranghi delle varie marine da guerra. Nel 1869 anche la Scuola Palombari sarà comunque anche lei trasferita a La Spezia nel complesso del nuovo Arsenale.[7]

numero de' giovani inclinati a dedicarsi a cosiffatta professione, ed un incentivo sarebbe quindi necessario per indurveli onde utilizzare la conseguente opera del suddetto maestro e degli apparecchi a tal uopo acquistati.

Il referente proporrebbe perciò a V.M. di approvare le seguenti disposizioni:

1° – che gli operai e i marinai i quali vorranno dedicarsi alla professione di Palombaro siano ammessi alle esercitazioni che verranno date dal maestro Gardner;

2° – che allorquando un allievo avrà ottenuto dal maestro una dichiarazione di sufficiente abilità, sia sottoposto ad un esperimento dinanzi una Commissione nominata dal Direttore dell'Arsenale di Marina, consistente nell'immersione sott'acqua per tre ore consecutive;

L'autorespiratore del 1860

Anche dell'autorespiratore lo stimolo inventivo, che nel 1860 ne suggerì l'archetipo a Benoit Rouquayrol, 1826-'75, non va ricercato sotto la superficie del mare ma della terra trattandosi di una apparecchiatura finalizzata a favorire la fuga dalle gallerie di miniera, invase dall'acqua o dal fumo. Essendo, infatti, un ingegnere minerario era perfettamente consapevole dei gravi rischi che si correvano in quelle anguste gallerie e per gli improvvisi allagamenti e, più ancora, per i terribili incendi prodotti dall'esplosione del grisù, per cui si dedicò con convinzione alla costruzione di un apparecchio che consentisse per alcuni minuti la respirazione autonoma in tutti i casi d'emergenza. Per ampia schematizzazione era costituito da un recipiente in cui era contenuta aria ad alta pressione che, tramite

In alto: *stampa che raffigura i primi palombari.*

7 La citazione è tratta da F. VITALE, G. BETRO, *Palombari della Marina Militare Italiana 1849-2009*, Imola 2009, p. 23.

una apposita valvola, da lui definita *regolatore per il flusso di gas compresso*, poteva essere respirata alla pressione ambiente per il tempo necessario a porsi in salvo. Trattandosi di un impiego terrestre, la pressione dell'aria erogata non richiedeva sensibili adattamenti essendo all'incirca sempre la stessa. Dal rapporto col Tenente di marina Auguste Denayrouze, 1837-83, scaturì una variante di tale autorespiratore per i sommozzatori. In pratica constava di un più grande serbatoio per l'aria compressa, che veniva posizionato dietro le spalle, come un normale zaino, e di un erogatore che con una valvola a membrana forniva al sommozzatore, automaticamente, l'aria alla pressione dell'acqua esterna. La vera novità stava quindi proprio nella valvola che variava la pressione dell'aria erogata senza alcun intervento umano.

Nel 1864 l'apparecchio messo definitivamente a punto, dopo una serie di dimostrazioni pubbliche, ricevette anche un esplicito riconoscimento determinando perciò l'avvio della produzione di serie, ulteriormente esaltata dall'acquisto di diversi esemplari ordinato dal Ministro della marina francese nell'agosto del 1865. Ma la vera e massima notorietà giunse quattro anni dopo, con l'uscita del romanzo di Giulio Verne, *20.000 leghe sotto i mari*, in cui l'Autore fa adottare quell'autorespiratore al Capitano Nemo, che con queste parole lo spiegava al professor Pierre Aronnax, professore di scienze naturali e direttore del Museo di Storia Naturale di Parigi, affermando di potersi così muovere sul fondale liberamente[8]:

«E in che modo si può essere liberi?» domandai

«Adoperando l'apparecchio Rouquayrol-Denayrouze inventato da due vostri compatrioti, ma che io ho perfezionato per mio uso; e che vi permetterà di avventurarvi in quelle nuove condizioni fisiologiche senza che i vostri organi abbiano assolutamente a soffrire; si compone di un serbatoio di spessa lamiera di ferro, nel qua-

In alto: *perfezionamento dell'elmo da palombaro aperto anche superiormente.*
In basso: *scafandro in tessuto gommato da palombaro dei primi decenni del XX secolo con la relativa pompa per l'aria azionabile da due uomini.*

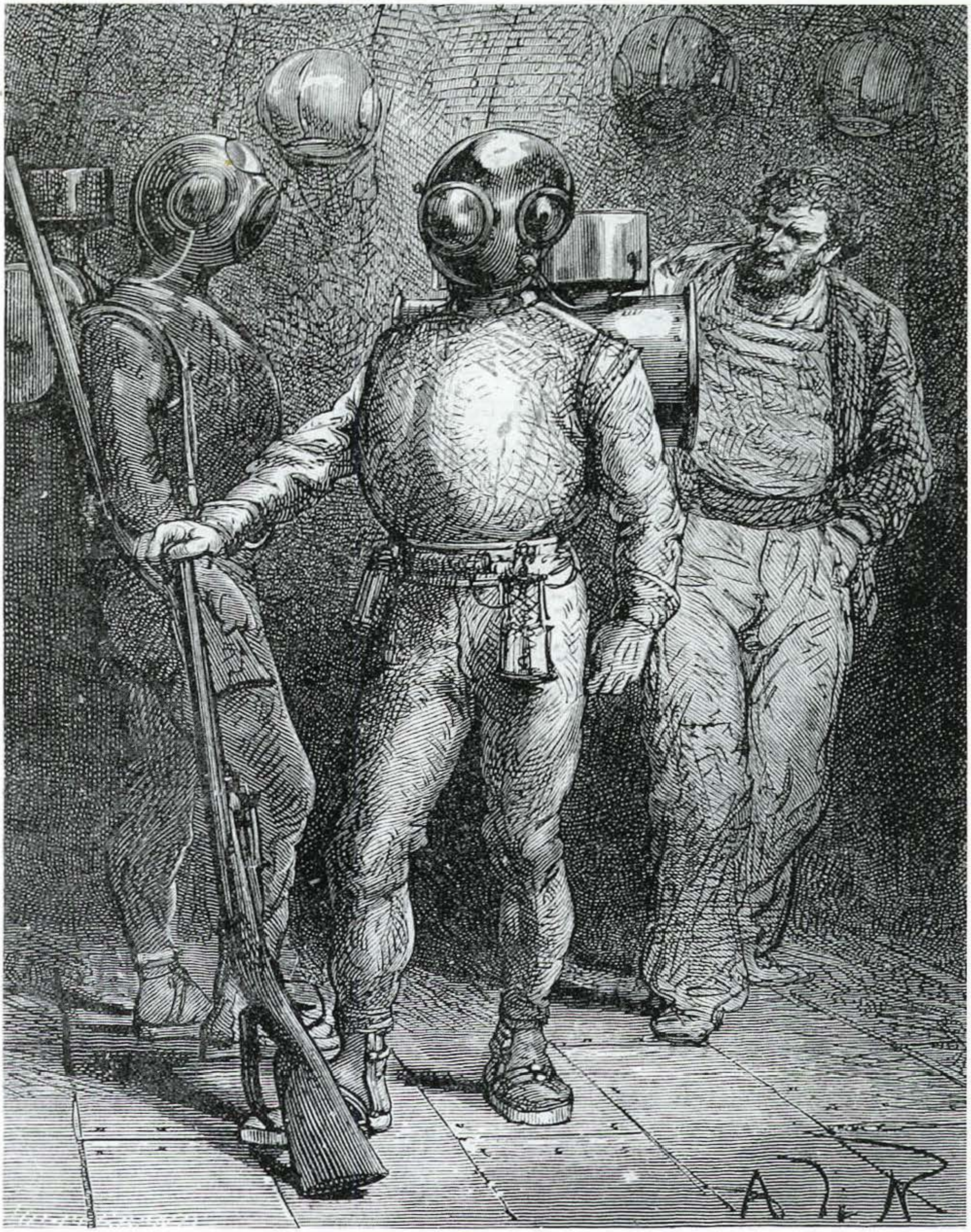
8 Cfr. *W. J. MILLER, F.P. WALTER, The Submarine Technology of Jules Verne, in Undersea Warfare,* the official magazine of the U.S. Navy Submarine Force. Winter 2004.

le immagazzino l'aria con una pressione di 50 atmosfere. Questo serbatoio si fissa sul dorso per mezzo di cinghie, come un sacco da soldato, e sulla parte superiore forma una scatola da cui l'aria, mantenuta da un meccanismo a mantice, non può uscire che alla sua tensione normale.

Nell'apparecchio Rouquayrol, come è adoperato, due tubi di gomma elastica partendo dalla scatola vengono a finire in una specie di padiglione che imprigiona il naso e la bocca dell'operatore; uno serve a introdurre l'aria inspirata, l'altro all'uscita dell'aria espirata, e la lingua chiude o questo o quello secondo i bisogni della respirazione...»[9]

9 Dialogo tratto da J. VERNE, *20.000 leghe sotto i mari,* in *Viaggi fantastici,* Bergamo 2008, pp. 728-29.

In alto: *Benoit Rouquayrol salva un minatore in procinto di morire asfissiato utilizzando il suo respiratore (stampa dell'epoca).*
In basso, a sinistra: *ritratto del Tenente Auguste Denayrouze.*
In basso, a destra: *uno dei rarissimi ritratti dell'ingegnere Benoit Rouquayrol.*



Nel 1876 fu sviluppato da Henry Fleuss, 1851-1932, un autorespiratore a ossigeno, acronimo ARO, ancora una volta destinato ai salvataggi nelle miniere. Modificato nel corso della Seconda guerra mondiale fu adattato all'impiego subacqueo, destinandolo in particolare agli incursori. Dal punto di vista operativo, infatti, l'apparecchio risultava ideale per gli assalti insidiosi: piccolo ingombro, lunga autonomia e nessuna emissione di bolle d'aria dal boccaglio. Funzionava a circuito chiuso, riutilizzando l'aria espirata, ed era costituito da una sorta di sacco elastico, definito 'polmone', da un filtro interno contenente calce sodata e da alcune piccole

bombole di ossigeno, raccordate al polmone per mezzo di una valvola. In fase di utilizzo il subacqueo inspirava l'ossigeno dal polmone tramite il boccaglio collegato con un tubo corrugato innestato ad una valvola a due vie, ed espirava sempre nel polmone, consentendo alla calce sodata di fissare l'anidride carbonica emessa. L'ossigeno necessario al metabolismo determinava il progressivo contrarsi del volume del polmone che perciò si ripristinava con l'immissione di nuovo ossigeno dalla bombola, in maniera manuale oppure automatica.[10] Al di sotto dei 10 m, che corrispondono alla pressione di 1 kg/cm^2, però, l'ossigeno diviene tossico, per cui l'autorespiratore ARO non può più essere utilizzato a lungo per immersioni profonde. Al suo posto comparve nel 1943, inventato da Jacques Cousteau, 1910-1997, ed Emile Gagnan, 1900-1979, un autorespiratore ad aria, acronimo ARA, definito pure a circuito aperto che evitava i pericoli derivanti dall'ossigeno sotto pressione. Si differenziava dal precedente per non avere il riciclaggio dell'aria, ragion per cui quella inspirata da un bombola caricata ad alta pressione, una volta erogata non tornava più al polmone ma veniva rilasciata nell'acqua producendo una vistosa emissione di bolle d'aria.

10 Cfr. R.H. DAVIS, *Deep Diving and Submarine Operations,* London 1955.

In alto e in basso a destra: *autorespiratore di Henry Fleuss per uso minerario.*
In basso a sinistra: *stampa ottocentesca raffigurante il respiratore di Rouquayrol-Denayrouze.*

In alto a sinistra: *equipaggiamento completo di incursore subacqueo della seconda guerra mondiale.*
In basso a sinistra: *incursori subacquei della seconda guerra mondiale con autorespiratori ARO.*
In alto a destra: *Jacques Cousteau, in una conferenza e con la muta da immersione.*
In basso a destra: *una foto di Emile Gagnan con la muta subacquea.*

In alto: *autorespiratore ARO in versione per attività subacquea.*

In basso: *Emile Gagnan e Jacques Cousteau in procinto di immergersi.*

I nuovi fari

Diversamente dall'Età classica, il faro moderno, che in prima approssimazione somigliava molto all'antico, ne differiva invece per finalità specifica e sistema di funzionamento. Il suo scopo, infatti, era di agevolare la navigazione segnalando di notte la costa e gli eventuali pericoli lungo di essa, per cui non serviva più di giorno,[11] né alle trasmissioni ottiche a grande distanza, soprattutto perché ormai la navigazione notturna era diventata, se non preminente, molto intensa. Allo scopo si pose sulla sommità di una torre, all'interno di una lanterna di cristallo una potente lampada che emetteva luce a intervalli regolari. In tal modo avrebbe potuto segnalare, oltre all'eventuale porto, anche i siti di possibile atterraggio o di rischio, facendosi riconoscere mediante la variazione della frequenza dei suoi fasci di luce, cioè gli intervalli tra l'avvicendarsi di eclissi e lampi essendo quella frequenza esclusiva di ciascun faro e perciò riportata sulle carte nautiche.

L'altezza della torre serviva, e serve ancora, a rendere visibile dalla maggior distanza possibile la lampada del faro, che in condizioni di normale visibilità, pari ad almeno 10 miglia nautiche, doveva potersi vedere di notte a una distanza mai inferiore, definita portata, scadendo a semplice fanale se al di sotto. Ora essendo per la curvature terrestre, il raggio dell'orizzonte visibile proporzionale all'altezza dell'osservatore sul livello del mare, la condizione ottimale per attingere la massima portata di un faro sarebbe quella di impiantarlo su una torre di notevole altezza, posta a sua volta sulla più elevata altura della costa, in formula:

$$\mathbf{D = 2.04\,(\sqrt{h} + \sqrt{H})}$$

dove D è la portata, h l'altezza della lampada ed H l'altezza dell'osservatore, tenendo presente che mentre D è espressa in miglia marine, h ed H sono in metri. E quando la visibilità manca quasi del tutto, per la nebbia o per le tempeste, in molti fari moderni, vi sono dei segnalatori acustici, sul tipo delle sirene, che a intervalli noti emettono forti suoni. Idea in assoluto non originale, dal momento che sul mitico Faro di Alessandria, agli spigoli della sommità del basamento tronco piramidale, vi erano delle trombe di bronzo che il vento, reso impetuoso dal cattivo tempo, faceva risuonare come altrettante tube, consentendo così anche in quelle avverse circostanze la percezione dell'altrimenti invisibile faro.[12]

11 Sui fari nell'antichità cfr. F. RUSSO, *Techne. Età Classica*, Roma 2009, pp. 283-85.

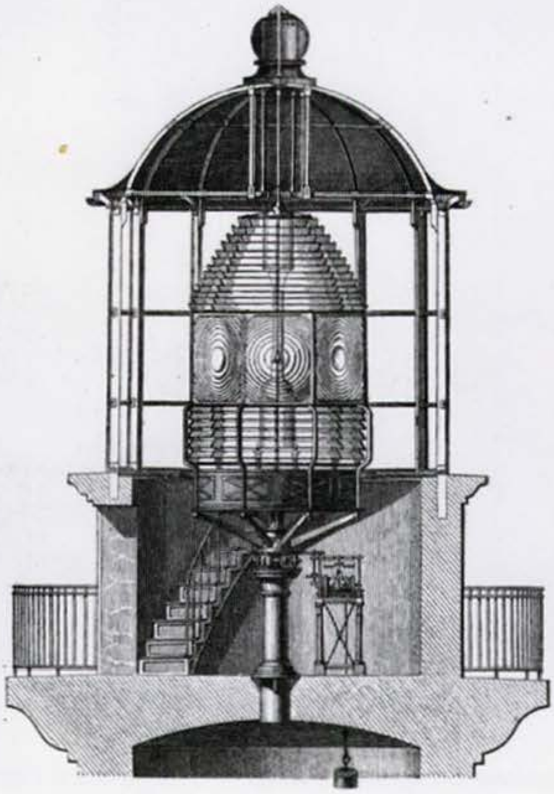
12 Per approfondimenti sul faro di Alessandria cfr. F. RUSSO, *I fari romani*, in *Rivista Marittima*, Roma 2007, pp. 87-97.

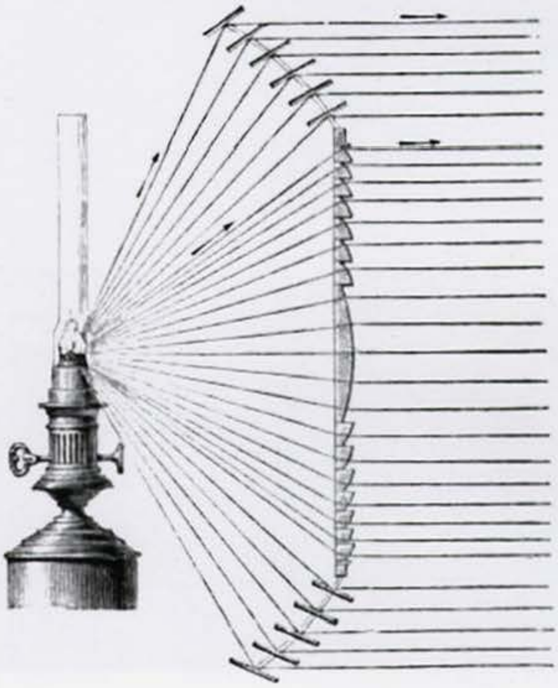
Al di là delle esigenze navali e delle caratteristiche strutturali dei fari, a consentire una maggiore visibilità contribuì in modo rivoluzionario l'adozione di un complesso sistema di lenti in grado di intensificare i fasci luminosi, concentrandoli e rendendone abbastanza paralleli i raggi. A inventarle nel 1822 fu Augustin Jean Fresnel, 1788-1827, un fisico francese che si occupò particolarmente di ottica, creando quella singolare lente che ancora ne tramanda il nome. Tale ottica, che per costruzione può considerarsi una lente convessa frazionata però in tanti anelli concentrici di pari curvatura ma sfalsati al fine di ridurne di molto il peso senza però comprometterne la funzionalità, furono denominati anelli di Fresnel. Aggiungendo dei prismi alla lente, deviando i raggi, come accennato, li si rendevano quasi paralleli, originando una sorta di fascio luminoso intensissimo e direzionale, la vera peculiarità basilare di un faro moderno, le cui lenti hanno un diametro che oscilla fra i 60 cm e gli oltre 3.5 m. Ovviamente il cuore del faro è la sua lampada, la sua sorgente luminosa, nell'antichità fornita dapprima da una catasta di legna fatta bruciare su delle apposite torri, poi dalla combustione degli oli lampanti, e più tardi ancora dal carbone, le cui fiamme, però, provocavano non di rado il grave inconveniente di essere spente dal vento e qualora protette da una lanterna di cristallo, di offuscarle rapidamente con la fuliggine, senza contare la scarsa trasparenza del cristallo disponibile. Un bruciatore cilindrico munito di una decina di stoppini, alimentati a olio e con una autonomia di circa 10 giorni, fu la prima soluzione razionale del problema a partire dal 1782.[13]

Anche dopo l'introduzione delle lenti di Fresnel, tuttavia, il combustibile da impiegare restò il vero problema dei fari: una significativa miglioria si ebbe con le lampade ad acetilene di gran lunga le più luminose ma sempre bisognose di costante manutenzione e rifornimento. Solo sul finire del XIX secolo, con l'invenzione della lampada elettrica, si ebbe la definitiva soluzione, tanto più che le relative sorgenti luminose hanno reso notevolmente più intenso il raggio luminoso che attraverso un diaframma rotante viene reso intermittente secondo una prestabilita frequenza: l'ubicazione isolata di molti fari rende perciò necessaria l'adozione di adeguati gruppi elettrogeni.

In alto: *il potente fascio di luce emesso da un moderno faro di grande portata.*
Nella pagina precedente: *un moderno faro.*

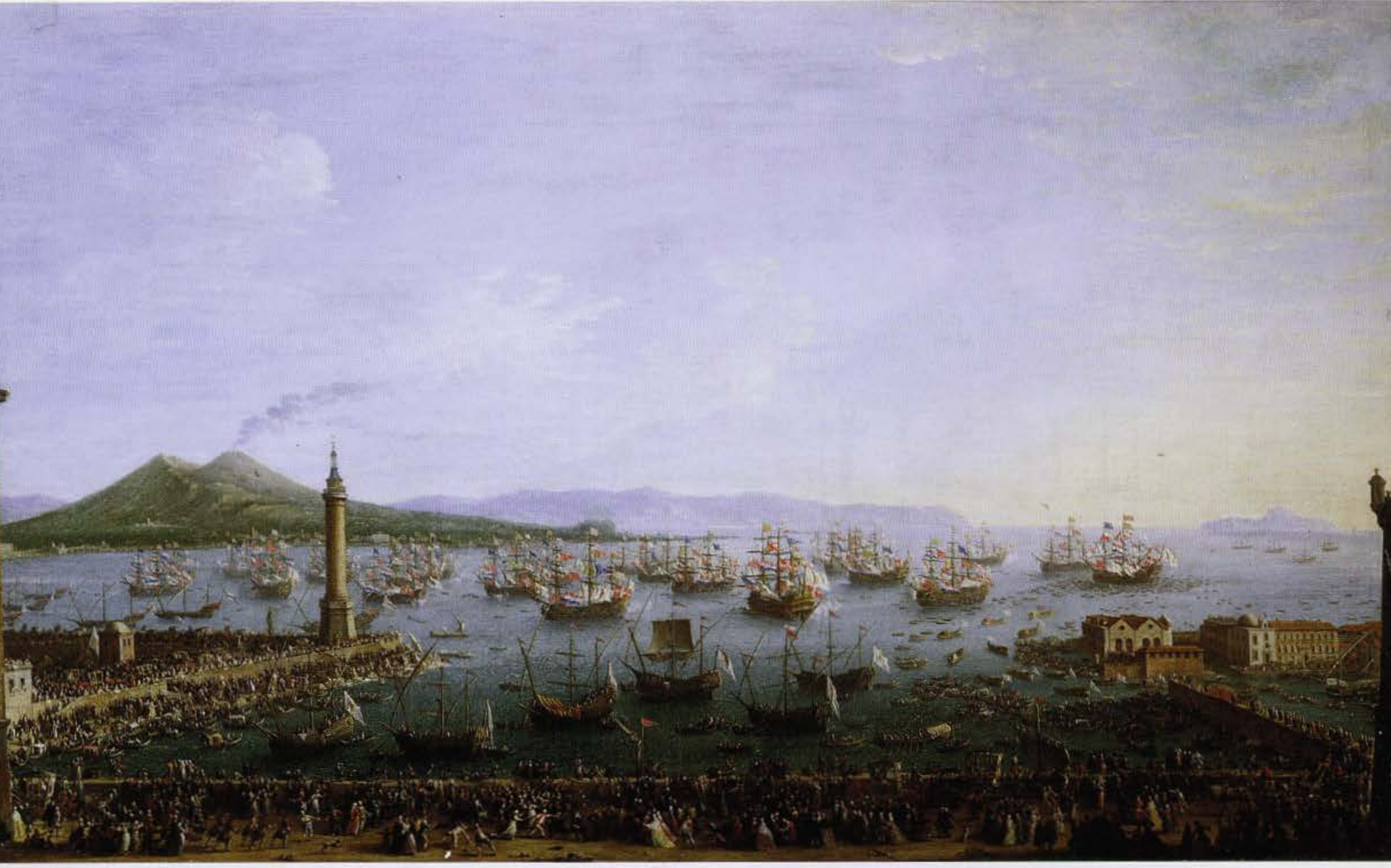
13 Sull'argomento cfr. P. BEAVER, *A History of Lighthouses*. London 1971.





Dal punto di vista cronologico il proliferare dei fari coincise con il forte sviluppo della marineria, dapprima inglese e poi delle altre Nazioni europee, per cui se agli inizi del XIX le coste britanniche furono quelle che ne schieravano il maggior numero, sarà poco dopo la Francia ad averne ancora di più. E fu appunto la Francia a disporli in maniera tale che una nave in navigazione ne potesse sempre scorgere almeno uno, tant'è che ancora oggi ne sopravvivono migliaia lungo tutte le coste francesi. Fattore comune della stragrande maggioranza dei fari ottocenteschi, sia pure dopo la elettrificazione della sorgente luminosa, è la portata oscillante intorno alle 16 miglia in media, pari a una quarantina di chilometri, fascia di mare abbastanza ampia per garantire un sicuro cabotaggio. In Italia l'edificazione di una rete di fari iniziò, già in epoca più antica, lungo le coste del Regno di Napoli e poi delle Due Sicilie, che si avvalse progressivamente dei modelli più recenti disponibili. Dopo l'unificazione italiana si pose il problema, per agevolare e proteggere la navigazione costiera commerciale, di organizzare uno schieramento di fari lungo gli 8.000 km del suo perimetro costiero, compito che fu svolto con notevole solerzia, tant'è che mentre nel 1861 ammontavano appena a 50, all'esplodere della Grande Guerra erano ormai oltre 500, teoria che aumenterà ancora raggiungendo il numero di un migliaio, la cui cura è affidata alla Marina Militare.

In alto a sinistra: *sezione di un apparato ottico di faro della seconda metà del XIX secolo.*
In alto a destra: *schema di funzionamento delle lenti di Fresnel.*
In basso: *un complesso ottico per fari con lenti di Fresnel.*



I primi piroscafi del Mediterraneo

Scriveva nel 1798 il Generale B. Forteguerri, 1751-1809, in concomitanza con la sua nomina a comandante in capo della Marina da Guerra del Regno di Napoli, una accorata dichiarazione di impotenza nel contrasto ai corsari barbareschi. Era tratta da due suoi recentissimi saggi pubblicati a Palermo, il primo intitolato *O più pace o più guerra*, nel 1797 e il secondo nel '98 intitolato, *Proposta di campagna marittima per i bastimenti di guerra del Re delle Sicilie*. Così le sue parole nella circostanza: *"in idea generica non si crede di alcuna utilità un corso di legni da Guerra sciolti, che vadano nella vastità dei Mari cercando i corsari nemici,* [poiché] *in tutte le cacce contro i medesimi nella proporzione di dieci, uno sarà predato dai nostri Legni, e nove saranno solamente scacciati da un luogo all'altro... e inutilmente inseguiti.*[14]

Questa verità è dolorosamente più sensibile nei mesi dell'estate nei quali, regnando continue calme, la Barbaria a remi insorge tutta in folla per venire a infestare il nostro Commercio in qualunque punto della Costa, ed i nostri Legni di Guerra immobili, in mezzo al Mare scoprono in ogni momento Corsari nemici, si agitano inutilmente per raggiungerli, e li vedono impunemente dirigersi a flagellare il Commercio senza poterlo impedire. In quella stagione non vi è Uffiziale di Marina che desideri comandare Legni da Guerra, e non detesti la sua professione, perché se da una parte non si può ordinare al vento di soffiare, né ai Corsari Barbareschi di non camminare per l'altra si sente il rigore del giudizio, che si porta sopra di esso, aspettandosi che si faccia l'impossibile..."[15]

La soluzione per porre fine a quella ultramillenaria tragedia, intuibile fra le righe del Generale ma tecnicamente non ancora disponibile, sarebbe stata di avere navi da guerra in grado di muovere autonomamente senza dipendere dai remi, ormai anacronistici, o dai venti quasi sempre del tutto assenti nel Mediterraneo in estate. Non stupisce, pertanto, che saranno dapprima la Spagna e poi il Regno di Napoli le prime due potenze navali a introdurre, pochi anni dopo, la navigazione a vapore. Va osservato che mentre l'unità napoletana operò nel Mediterraneo, quella spagnola, invece, navigò lungo la costa atlantica, per cui il primato nel chiuso bacino spetta motivatamente alla borbonica.

Come appena accennato, fu la Spagna per prima nel 1817, seguita da Napoli nel 1818, a varare una nave va-

14 Per approfondimenti cfr. F. RUSSO, *Li Turchi alla marina, torri, cannoni e corsari*. Napoli 2007, pp. 289-91.

15 Da B. FORTEGUERRI, *Proposta di campagna marittima per i Bastimenti della Marina di S.M. il Re delle Due Sicilie*, Palermo 1798.

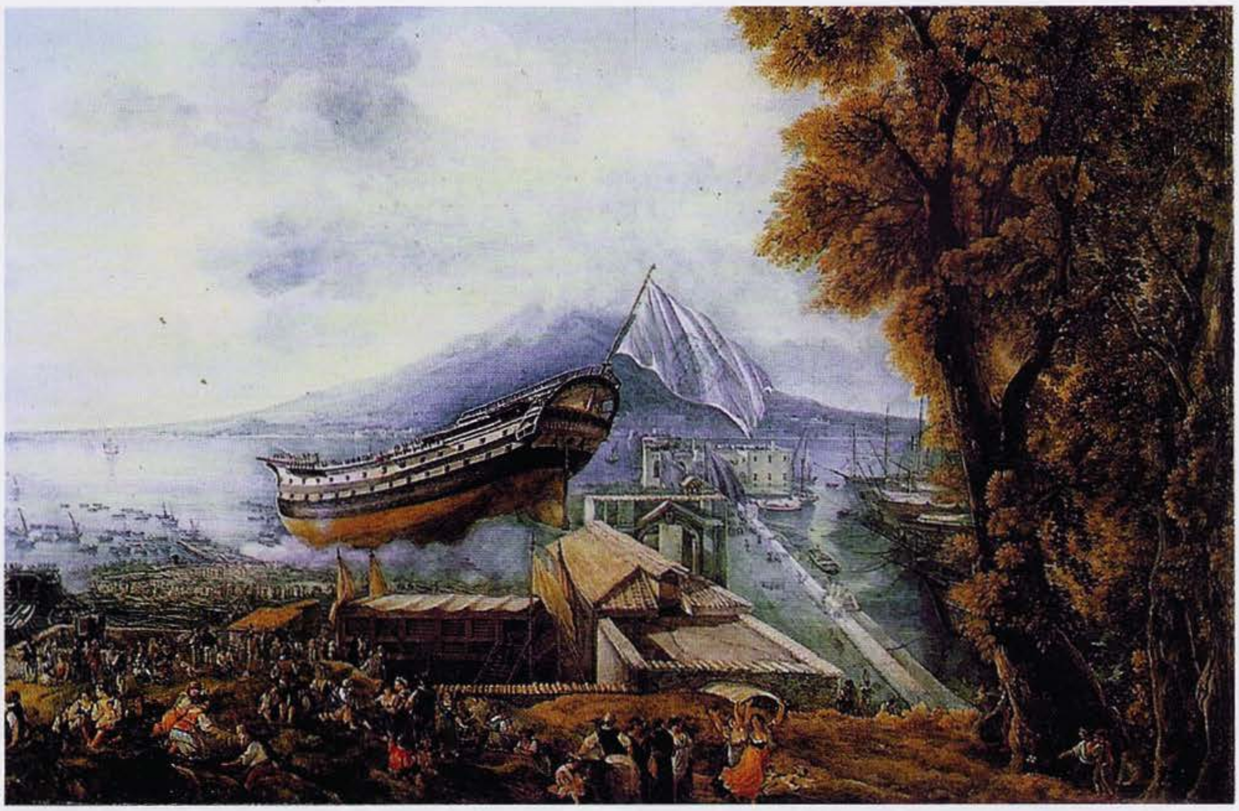
pore, un piroscafo secondo la definizione che diverrà corrente, curiosamente entrambi con lo stesso nome rispettivamente *Real Fernando* l'uno e *Ferdinando I* l'altro. Battelli sperimentali facenti parte, almeno apparentemente, della marina mercantile, ma condotti, dettaglio emblematico, da Ufficiali della Marina da Guerra. E conseguenza, ancora più significativa, la spietata guerra di corsa condotta dai Barbareschi, che aveva funestato per secoli le coste italiane, meno di un decennio dopo dal loro varo cessò del tutto, essendo finalmente disponibili le auspicate navi da guerra capaci di navigare sena remi e senza vento!

La vicenda della *Real Fernando*, che va considerata una imbarcazione fluviale, iniziò tra il 1814 e il 1816 quando venne istituita a Siviglia la *Compañia de Navigación del Guadalquivir* , Compagnia di Navigazione del Guadalquivir, che mirava a utilizzare il corso del grande fiume per il trasporto di merci e passeggeri.[16] Per concretizzare l'intento, poco dopo fu costruito in un cantiere navale della città, un battello a vapore lungo circa 22 m e largo 3.65, propulso da due ruote a pale, senza alcuna sovrastruttura, con unico albero e una corona di colonnine poste tutt'intorno alla murata, sorreggenti una sorta d'imperiale. Poteva imbarcare fino a 95 passeggeri, alloggiati in due locali rispettivamente verso poppa e verso prora, trovandosi quasi al centro dello scafo la macchina a vapore, che proveniva dalle Officine Boulton e Watt in Gran Bretagna, e dai loro stessi meccanici assemblata a Siviglia, in grado di erogare una potenza massima di 40 hp. Varata il 20 marzo del 1817 col nome di *Real Fernando*, il 26 giugno successivo avviò i collegamenti, incappando subito in un incidente di macchina che la costrinse a rientrare. Stessa sorte toccò pure al secondo viaggio, ma nonostante ciò il 18 luglio il collegamento regolare tra Siviglia e Cadice potette finalmente avvenire senza incidenti di sorta, riuscendo a mantenere nella navigazione una velocità media di 6 nodi.

Decisamente più marittima la sia pur breve storia della *Ferdinando I*, varata a Napoli il 24 giugno del 1818 e posta al comando del primo alfiere di vascello della Real Marina don Giuseppe Libetta, 1794-1855. A finanziarne la realizzazione era stata la ricca aristocrazia napoletana, tramite la istituzione della: "*«Compagnia privilegiata per l'introduzione della navigazione a vapore nel Regno delle Due Sicilie»*, con sede al numero 32 del vico Concezione a Toledo, che commissionò per la somma di 5.780 ducati al cantiere Filosa, ubicato nei pressi del Forte Vigliena, la costruzione di una unità lunga fuoritutto 38,80 m e larga al massimo 6,15 m, nella quale sarebbe stato

16 Cfr. C. RESSMANN, *La prima nave a vapore del Mediterraneo*, in *Rivista Marittima*, Febbraio 2007.

In entrambe le pagine: *la flotta ispano-napoletana alla partenza di Carlo III primo re di Napoli.*



installato, a cura di una ditta inglese, il nuovo e rivoluzionario apparato di propulsione, costituito da due caldaie lunga ciascuna sei metri e da una macchina da 45 cavalli di potenza collegata a due ruote laterali del diametro di 3,60 m, ciascuna munita di otto pale lunghe 1,20 m e larghe 40 centimetri. L'alberatura era a brigantino a palo con un fumaiolo alto e sottile. A poppa venivano realizzati 16 camerini per "passeggeri di distinzione", mentre a prora era disponibile un locale comune con una cinquantina di posti a sedere. Sul ponte c'era spazio sufficiente per imbarcare due o anche tre carrozze." [17]

La nave, collaudata poco dopo nello stesso golfo, dimostrò di poter raggiungere e mantenere la velocità di 6.5 nodi, sebbene in assenza di vento e con le vele serrate. Il 27 settembre successivo intraprese il suo primo viaggio alla volta di Genova e poi di Marsiglia con una tappa intermedia a Livorno. La traversata non ebbe a patire gravi incidenti, come certifica il giornale di bordo: *"Salpammo da Napoli alle ore cinque, malgrado il vento contrario. Alle 7 eravamo al traverso del faro di Procida ed ivi essendo passato il vento ad ESE la nave provò violente scosse e si dovette fare uso di una sola ruota. Alle 6 di sera eravamo nei paraggi di capo Circello, ma il tempo procelloso ci obbligò a riprendere il largo e rivolgere la prora all'isola di Ponza. Nella notte, essendosi stabilito il vento da SE dirigemmo a Fiumicino dove si giunse a mezzogiorno. Colà vedemmo venire incontro talune barche quasi in soccorso perché i marinari di esse, ingannati dal fumo che esalava la macchina a vapore, e dall'essere noi privi di vele, dubitavano di qualche incendio. Il capitano Libetta dopo avere rinunciato a risalire il Tevere per raggiungere Roma per i rischi che avrebbe presentato tale tratto di percorso fluviale, decise di riprendere la rotta. Erano le 10 di sera quando arrivammo a Civitavecchia e tutta la notte si rimase a bordeggiare davanti a Capo Linaro in attesa del giorno. Allo spuntar del sole ripartimmo per Monte Argentario. In quest'ultimo luogo avvenne che uno dei nostri marinari non bene istruito nel gittare il carbone dentro il fornello, danneggi la caldaia. Questo accidente ci costrinse a fermarci qualche ora a Porto*

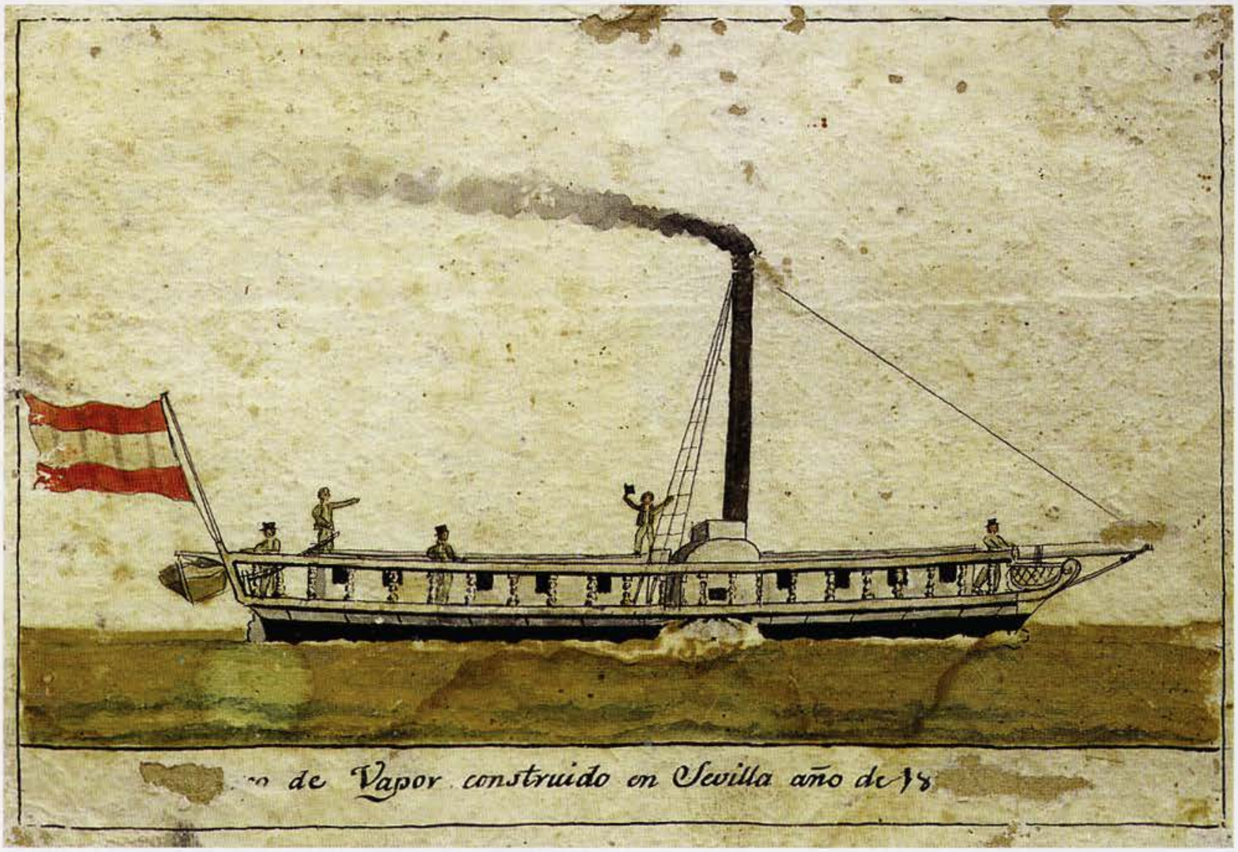
17 Da C. RESSMANN, *La prima nave...*, cit.

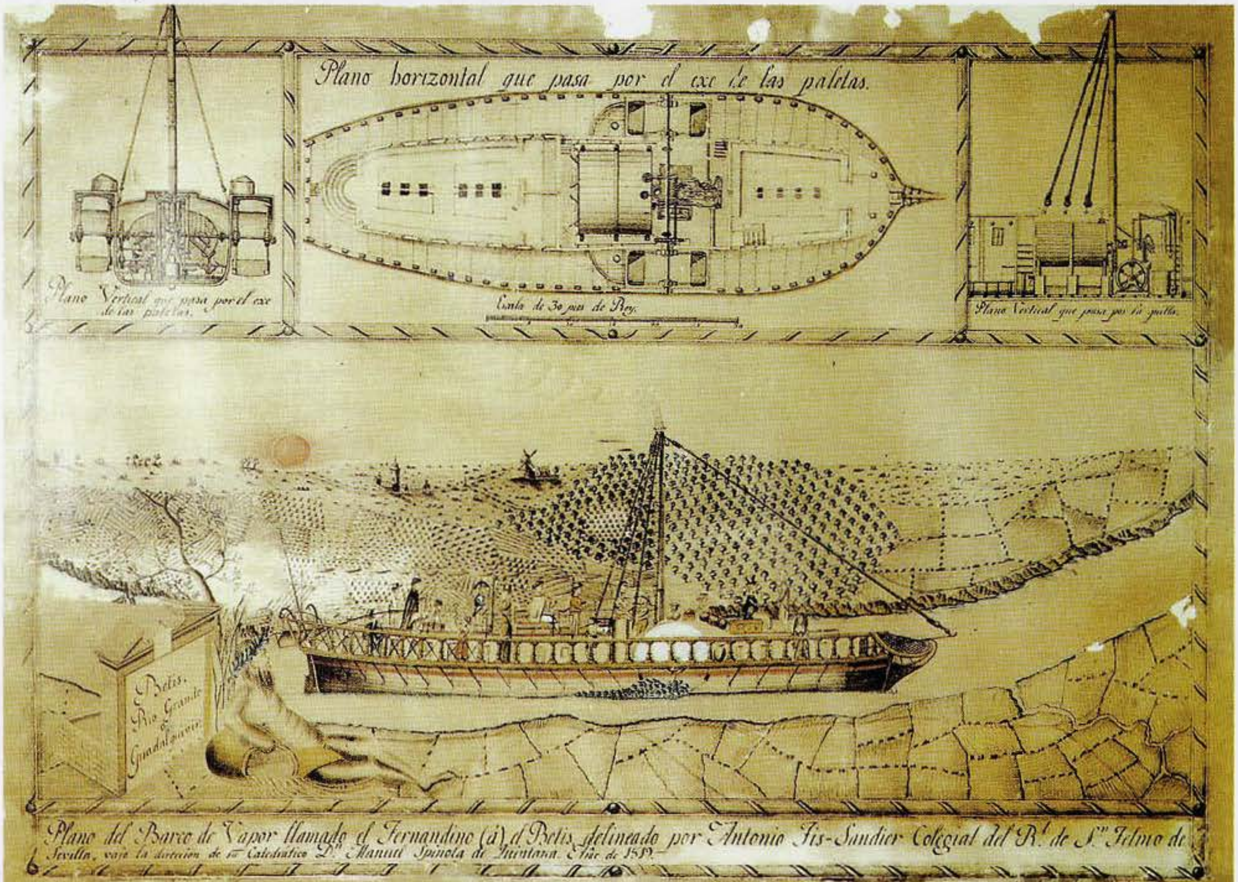
In alto: *varo della pirofregata Archimede dai cantieri di Castellammare di Stabia.*

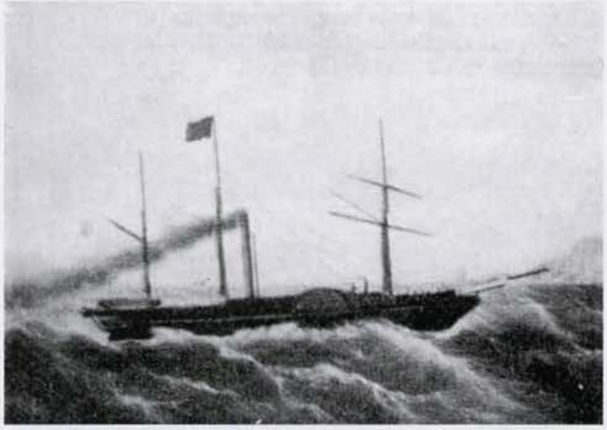
Nella pagina a fianco

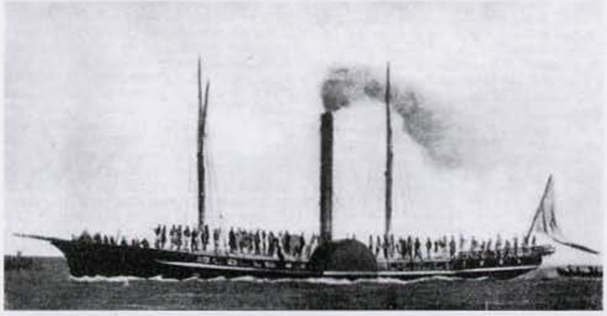
In alto: *acquerllo che raffigura la nave a vapore Real Fernando.*

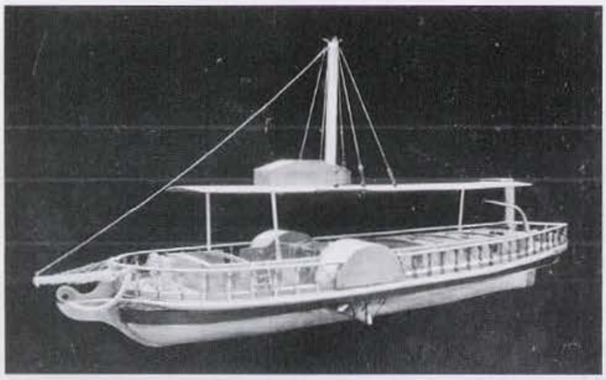
In basso: *rilievi di pianta e prospetto della nave a vapore Real Fernando.*


de Vapor construido en Sevilla año de 18


Plano horizontal que pasa por el exe de las paletas.
Plano Vertical que pasa por el exe de las paletas.
Escala de 30 pies de Rey.
Plano Vertical que pasa por la quilla.
Betis, Rio Grande ó Guadalquivir.
Plano del Barco de Vapor llamado el Fernandino (á) el Betis delineado por Antonio Fis-Sandier Colegial del R.l de S.n Telmo de Sevilla, vajo la direcion de su Catedratico D.n Manuel Spinola de Quintana. Año de 1819.





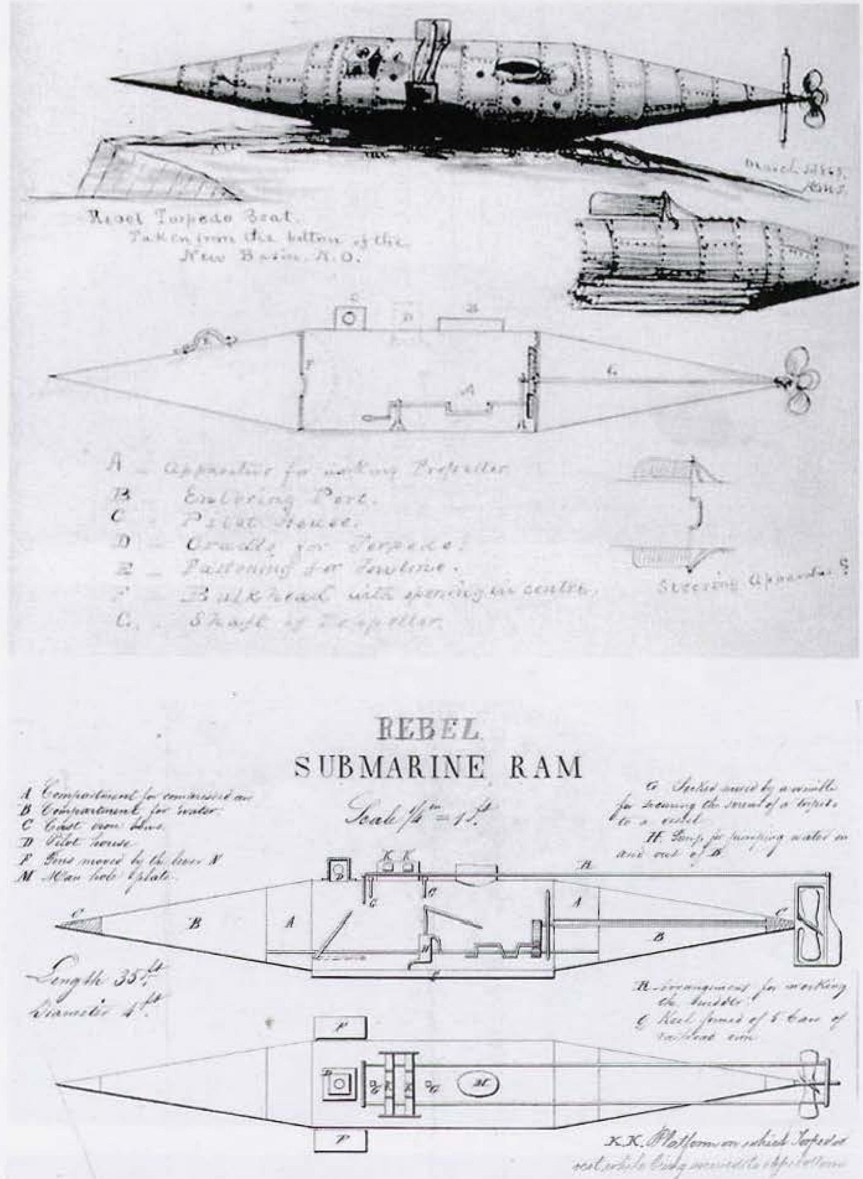


In alto e prima al centro: *una rarissima fotografia della Ferdinando I in navigazione.*
Seconda al centro: *la pirocorvetta Ercole in una rarissima fotografia della metà del XIX secolo.*
In basso: *un modello in scala della Real Fernando.*

Ercole da dove partimmo il 4 ottobre a mezzogiorno. La mattina seguente alle ore 9.30 eravamo in rada a Livorno"[18] A bordo solo 3 passeggeri con 11 membri d'equipaggio: il 14 ottobre la nave è a Genova dove suscita una tale curiosità da dover effettuare due uscite per le autorità e i giornalisti, tra i quali un corrispondente del Conciliatore di Milano, che così ebbe a scrivere alcuni giorni dopo:" *L'altro ieri il bastimento a vapore Ferdinando I, della portata di 260 tonnellate, condotto dal sig. Wolf* (molto probabilmente si trattava del direttore di macchina, quasi certamente inglese ndr) *fece una prima sortita da questo porto, e ieri una seconda. Egli traghettava da Napoli a Livorno in 56 ore. Il bastimento è lungo 126 piedi e largo 28; la sua costruzione però può essere ancora perfezionata (sic!). Vi si trovano due alberi da porvi la vela all'opportunità, cosa ottima onde profittare del vento favorevole, risparmiando il combustibile per andare con le ruote a remi. Evvi una stanza per passeggeri, capace di una cinquantina di persone; e possono più di 200 individui rimanere sopra la coperta. Oltre a ciò 60 tonnellate in circa di mercanzia vi possono essere trasportate. Domenica 26 partimmo a un'ora pomeridiana verso Sestri, riva di ponente, con vento di terra forte e favorevole. Il bastimento percorse 5 miglia all'ora nell'andare e altrettante nel venire, quantunque al ritorno il vento fosse in gran parte contrario. L'ondulazione era così leggera che nessuna delle persone a bordo, e vi erano anche molte dame, soffersero punto. Il giorno seguente sortimmo la medesima ora. Soffiava il vento egualmente forte di tramontana e il sig. Wolf diresse il bastimento verso il Lazzaretto, riva di levante, onde nel tornare indietro mostrare quanto fosse indifferente il battere contro vento. Le caldaie, già riscaldate dalla corsa del giorno precedente, resero più attivo il moto delle ruote e in tal giorno, tanto nell'andata che nel ritorno si fecero più di cinque miglia e mezzo all'ora. Si girò con la massima facilità entro il porto e si fece vedere a fermare le ruote a volontà. Eranvi a bordo nel secondo giorno più di 150 persone; il governatore, il duca Dalberg, quasi tutti i consoli esteri, la principale nobiltà e molti de' primi negozianti. Ognuno rimase infinitamente soddisfatto"*[19] Pochi giorni dopo il bastimento giunse a Marsiglia, ricevendo altri onori e manifestazioni di apprezzamento, che tuttavia non valsero

18 Il brano, tratto dal diario di bordo, è riportato da C. RESSMANN, *La prima nave...*, cit.
19 L'articolo citato tratto dal *Conciliatore di Milano*, è riportato C. RESSMANN, *La prima nave...*, cit.

a giustificare economicamente né allora né in seguito quei viaggi, tanto più che durante il viaggio di rientro ebbe una serie di guasti che lo costrinsero a utilizzare le vele, aggravando per gli oneri delle riparazioni i passivi della gestione, al punto da farne deciderne il disarmo sul finire del 1819. Giunto a Napoli agli inizi di marzo, verrà demolito pochi anni dopo intorno al 1823. Ma a quel punto, nonostante la non brillante carriera, la causa della navigazione a vapore nel Mediterraneo era ormai avviata e nel 1841 nei cantieri di Castellammare di Stabia fu costruita per conto della Real Marina del Regno delle Due Sicilie[20], la prima nave da guerra a vapore, la pirocorvetta *Ercole*, che scese in mare il 28 maggio del 1843. La macchina le garantiva una velocità di 7 nodi con una potenza erogata di 30 hp per una autonomia di 192 ore!



I primi sommergibili in combattimento

Molti battelli sommergibili sono attualmente usati al di fuori dell'ambito militare, vuoi per ricerche minerarie od oceanografiche, vuoi per lavori di recupero subacquei, vuoi ancora per ricerche biologiche, archeologiche o di diporto. Diversamente dai militari si tratta in genere di piccoli battelli propulsi esclusivamente da motori elettrici, alimentati da batterie di accumulatori. In quanto tali, somigliano notevolmente ai primi sommergibili del XIX secolo, che dopo una serie di prove vennero, sia pure in maniera approssimata ed ingenua, armati e utilizzati nella Guerra di Secessione americana, prendendo come modello il *Nautilus* di Fulton[21]. Analogo al *Nautilus*, infatti, fu il sommergibile americano *Pioneer* costruito nel 1861, che affondò nella sua prima missione, nel corso di quella guerra.

Simile concettualmente al *Pioneer*, e pressoché contemporaneo, il più famoso *Hunley*, ricavato da una caldaia cilindrica di 120 cm di diametro e lunga circa 8 m, alle cui estremità si erano adattate una prua e una poppa rudimentali, che ne portarono la lunghezza a circa 12 m. Per farlo navigare veniva posta in rotazione un'elica, tramite un albero a gomiti, mosso dall'intero equipag-

20 La pirofregata a ruote *Ercole* aveva un dislocamento di 1306 tonnellate e una macchina a vapore da 30 hp. Per un quadro riassuntivo della Real Marina Napoletana nel 1860-61 cfr. R. SELVAGGI, C. DI SOMMA, R. MAJOLO, Salerno 1992.

21 Circa il sommergibile di Fulton vedi F. RUSSO, *Techne. Età Moderna*, Roma 2013, pp. 199-203.

In alto: *schizzi preparatori e piani per la costruzione del Pioneer.*

gio di otto uomini. Fu il primo sommergibile usato in guerra che riuscì ad affondare una nave da guerra nemica: il 17 febbraio del 1864, infatti, attaccò e distrusse la nave nordista *Housatonic*, rimanendo però coinvolto nell'esplosione. Affondò con tutti i suoi uomini, fra i quali lo stesso suo inventore, unico a bordo non arruolato nelle forze confederate.[22] Nel 1955 il relitto del sommergibile è stato localizzato ma soltanto nel 2000 lo si è recuperato, procedendone subito dopo al restauro: il 17 aprile del 2004 le spoglie mortali del suo equipaggio sono state inumate con tutti gli onori militari, alla presenza di una vasta folla e di circa 6.000 rievocatori, con uniformi ed abiti dell'epoca.[23] Indipendentemente dalla tragica conclusione, l'episodio dimostrò l'estrema efficacia dell'uso del sommergibile come nave da guerra e la validità dell'elica la cui adozione, ancora non del tutto accettata, non trovò più obiezioni, assumendo così le connotazioni formali e meccaniche che ancora ostenta.

22 Una breve sintesi della vicenda del sommergibile *Hunley* si può leggere in AA.VV., *Storia della Marina, da Trafalgar a Tsushima*, Milano 1978, vol. I, pp. 74-76.

23 Sul recupero e, soprattutto, sull'identificazione dei resti dell'equipaggio dell'*Hunley* cfr. P. RASTELLI, *Onori militari ai marinai sudisti. Il sommergibile che divide gli Usa*, in *Corriere della Sera* 18.04.2004.

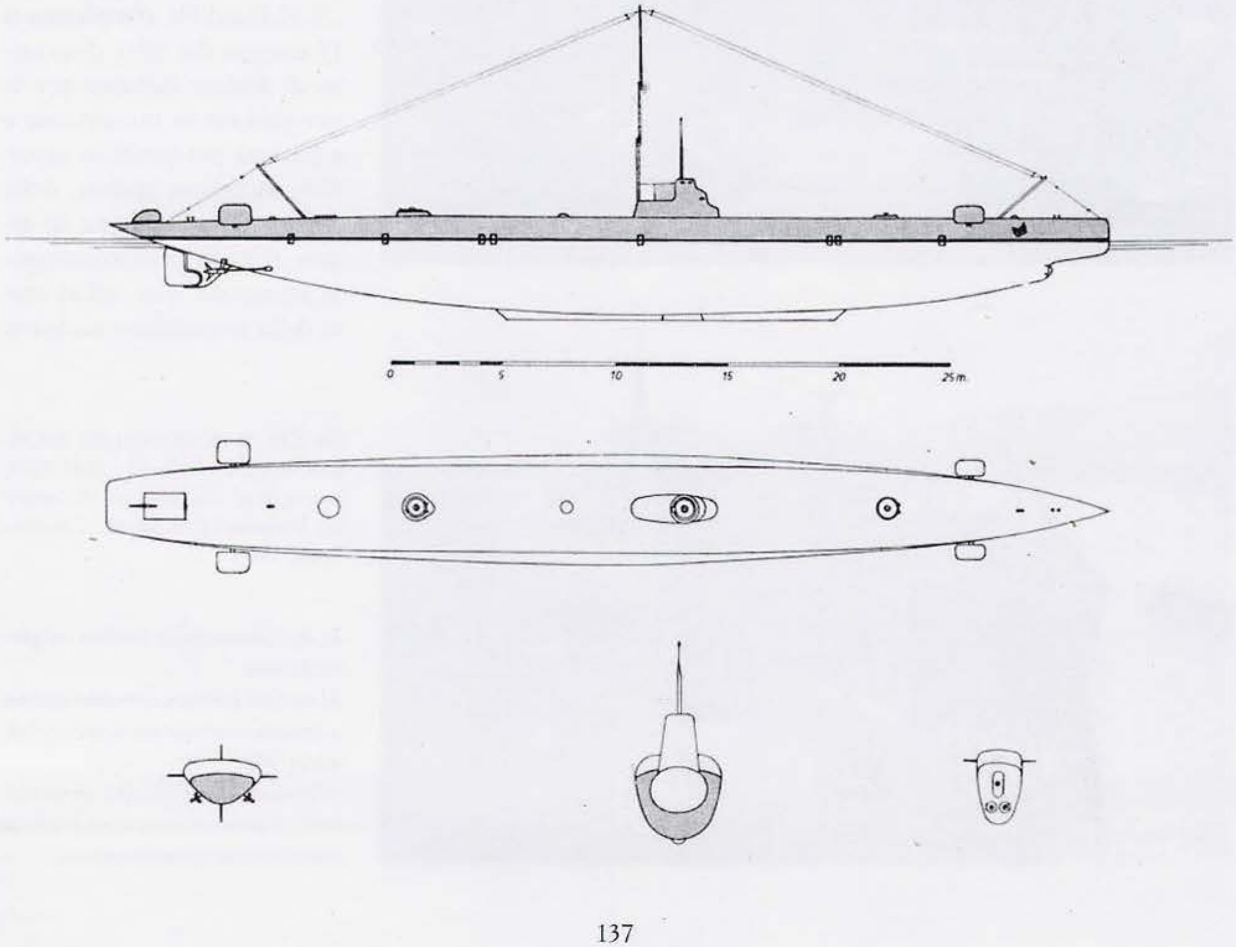
In alto: *l'Hunley in una stampa dell'epoca.*
Al centro: *Il relitto recuperato dell'Hunley: particolare dell'elica a tre pale.*
In basso: *interno dell'Hunley con l'albero a gomiti azionato a mano per far girare l'elica.*

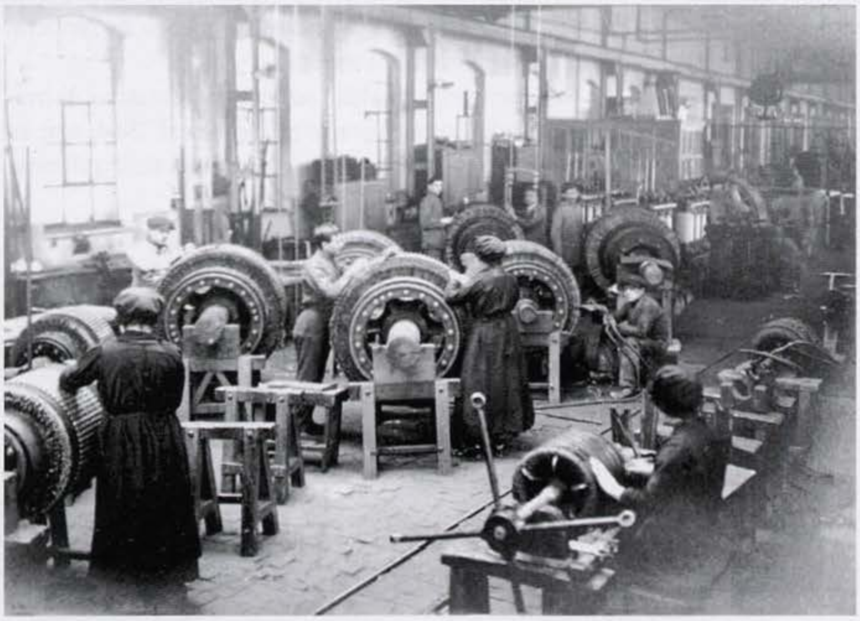
Il primo sommergibile a doppio motore

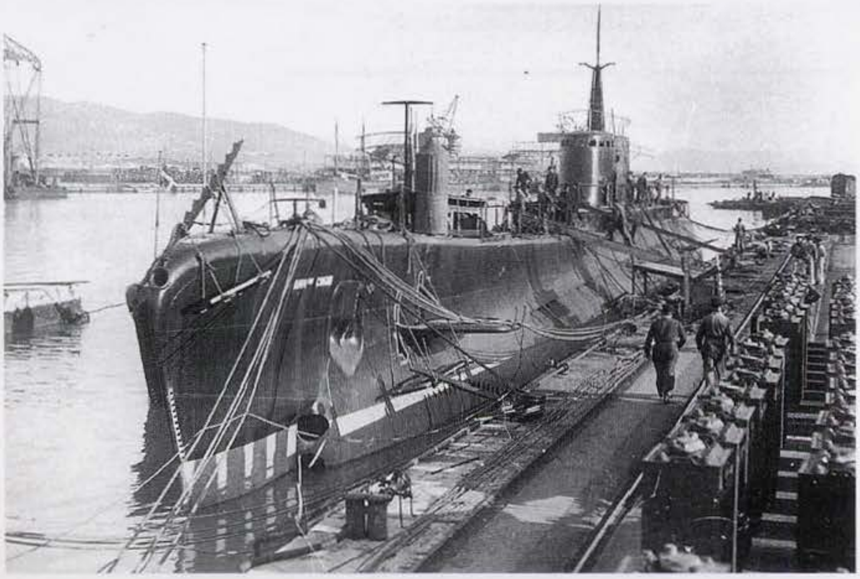
La Marina borbonica non fece a tempo a costruirne, e del resto neppure la Regia Marina Italiana li ebbe nella seconda metà del XIX secolo, allestendone soltanto fra il 1913-16 una ridottissima serie di piccole dimensioni includendoli nella classe Medusa. Nelle altre Nazioni, però, lo sviluppo del sommergibile procedette abbastanza spedito, dopo i pionieristici battelli propulsi manualmente. Il primo problema che venne superato, infatti, fu proprio quello della sua propulsione, dal momento che il mezzo, avendo pienamente dimostrato la sua validità militare, richiedeva un adeguato motore in un contesto cronologico in cui ormai quasi tutte le navi da guerra navigavano con la macchina a vapore in grado di erogare una discreta velocità, macchina assolutamente inutilizzabile all'interno di un battello subacqueo per il suo enorme consumo di aria. La maggiore difficoltà da superare era, infatti, proprio quella dovuta alla mancanza d'aria che frustrava l'adozione di motori sia esotermici che endotermici, almeno in immersione. Ma se un motore a scoppio poteva essere avviato e spento in pochi secondi, consentendo perciò l'attivazione appena emersi e l'arresto in fase di immersione, non così poteva avvenire per quello a vapore, che per le medesime operazioni richiedeva ore. Per cui il vero problema non fu quello di adattare una macchina endotermica, a scoppio o diesel, per la navigazione in superficie ma piuttosto quello di disporre di una vera macchina elettrica per la navigazione subacquea. L'attesa si rivelò abbastanza lunga richiedendosi la messa a punto sia di un affidabile motore elettrico e sia soprattutto di una sua adeguata alimentazione elettrochimica, unico tandem che non richiedesse ossigeno per il suo funzionamento. E quel motore divenne disponibile intorno al 1880, quando ne apparvero i prototipi per la trazione su rotaia e su strada; l'alimentazione, a sua volta, si concretizzò poco dopo il 1881, quando la batteria di accumulatori al piombo fu perfezionata e potenziata in modo da renderla idonea agli anzidetti motori.

Nel frattempo qualche velleitario tentativo di motorizzazione subacquea fu proposto nel 1864, con un prototipo mosso da un rozzo motore elettrico alimen-

In basso: *profili del sommergibile Medusa.*







tato da alquante pile, con esiti facilmente immaginabili! Logico, per quanto delineato, che la progettazione dell'ipotizzato sommergibile a doppia motorizzazione si potesse avviare soltanto negli anni immediatamente successivi al 1880, tant'è che nel 1881, infatti, l'irlandese John Philip Holland varò il suo *Feniam Ram*, dai cantieri della *Delmar Iron Company* di New York. Munito di vistosi timoni poppieri, che lo rendevano somigliante a un grosso cetaceo, quel curioso sommergibile non scendeva per effetto dell'acqua di zavorra ma solo per gli alettoni caudali. Tra dispute e contese quel prototipo finì abbandonato e smantellato per cui sarà solo nel 1897 che Holland poté realmente costruire il suo sommergibile più evoluto, al quale diede il suo nome.[24]

L'Holland IV, completato il 17 maggio del 1897, disponeva di motore elettrico per la navigazione in immersione e a benzina per quella in superficie archetipo, quindi, della doppia motorizzazione da allora rimasta sostanzialmente immutata, fino all'avvento della propulsione nucleare.

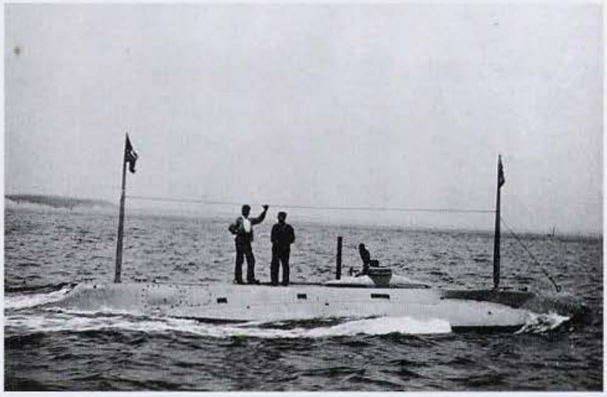
24 Cfr. R. KNOWELES MORRIS, *John P. Holland, 1841-1914: Inventor of the Modern Submarine,* University of South Carolina Press, 1998.

In alto: *sommergibile Medusa nel giorno del varo.*
Al centro: *fabbrica di motori elettrici a corrente continua per sommergibili, inizio '900.*
In basso: *sulla banchina le grosse batterie di accumulatori in procinto di essere caricate nel sommergibile.*

Alle prove a cui fu sottoposto, il battello si confermò un vero successo: mosso dal motore termico e poi dall'elettrico, navigava a discreta velocità, scendendo e risalendo, senza alcun problema, a oltre 20 m. Un esemplare fu commissionato dalla *U.S.Navy* nel 1900 ed entrò in servizio con la denominazione di SS-1, seguito da altri sei sostanzialmente simili, e altri ancora acquistati dalla *Royal Navy* e dalla Marina imperiale nipponica. Dopo pochissimi anni, grazie ai rilevanti progressi tecnologici degli apparati motori, termici ed elettrici, e della metallurgia, quei prototipi furono pienamente superati. Comparvero a quel punto battelli molto più lunghi spinti da motrici molto più potenti, armati con diversi tubi lanciasiluri e, successivamente, anche con un cannone, idoneo, ovviamente, al solo contrasto in superficie contro le navi mercantili. Le due guerre determineranno una serie di ulteriori trasformazioni del sommergibile che con l'adozione della propulsione nucleare diverrà a tutti gli effetti un sottomarino, assumendo le funzioni di incrociatore subacqueo.

Dal siluro al trascinatore subacqueo

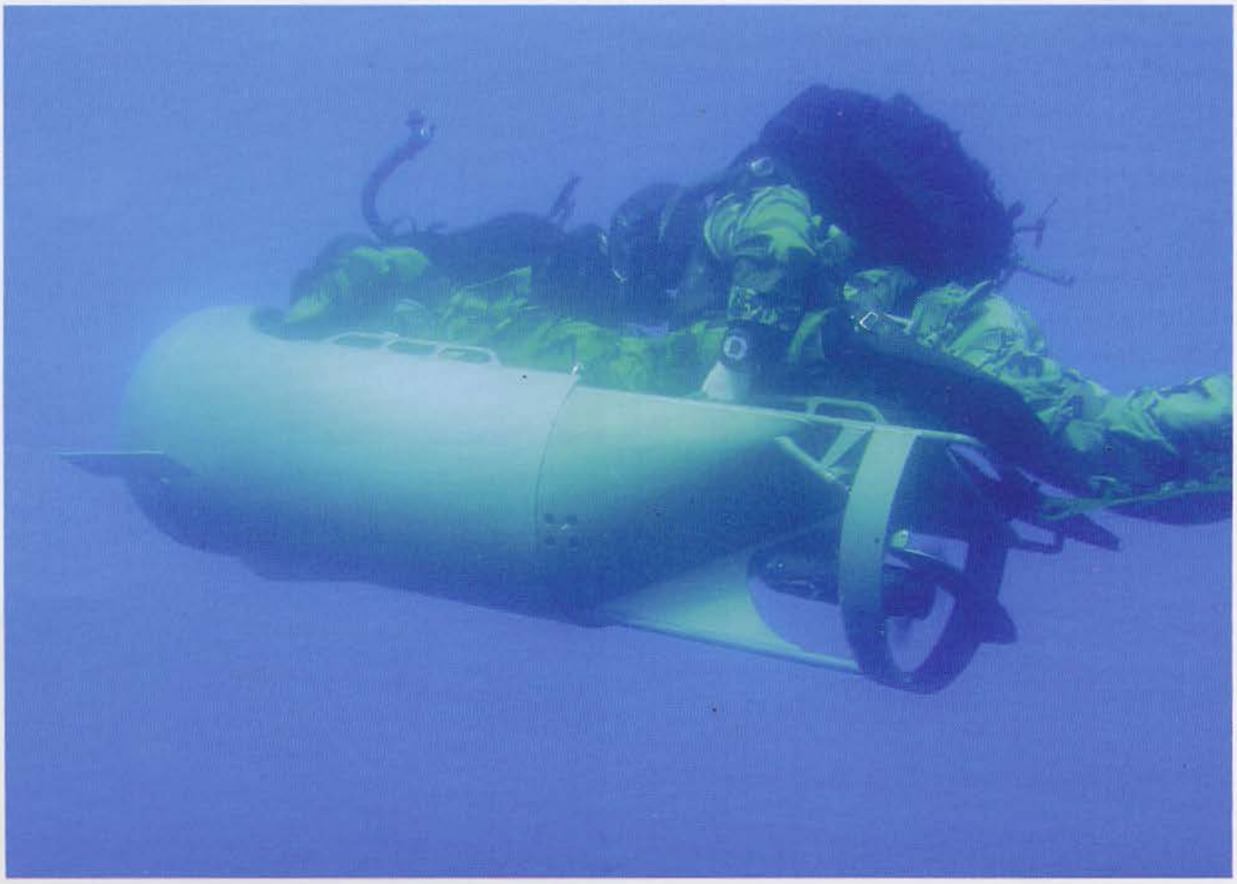
Da vari decenni esiste un singolare mezzo di locomozione subacqueo, utilizzato dai sommozzatori nei loro spostamenti a lungo raggio: si tratta di un trascinatore, propriamente definito *veicolo di propulsione subacquea,* in inglese *Diver Propulsion Vehicle* in acronimo DPV, e scherzosamente anche 'maialino'. Contrariamente allo scherzoso soprannome, mutuato dai siluri a lenta corsa usati dagli incursori della Marina nella prima e nella seconda guerra mondiale, non è un 'maiale' né una 'mignatta' sua diretta genitrice. Simile, per forma, a un siluro in miniatura, con il relativo apparato propulsore, per lo più elettrico, grazie a un apposito manubrio posteriore munito dei comandi, può essere avviato o arrestato dal sub, nonché accelerato o rallentato e direzionato a discrezione, senza il benché minimo sforzo, per cui a quel risparmio di energia muscolare, e quindi di aria, corrisponde un sensibile aumento dell'autonomia d'immersione.[25]



25 Per approfondimenti sull'argomento cfr. R. N. ROSSIER, *Redefining Performance: Diver propulsion vehicles: Manage the risks, and enjoy the ride*, in *Divers Alert Network*, Retrieved 2014-03-28.

In alto: *Holland mentre fuoriesce dalla torretta del suo sommergibile Feniam Ram.*
Al centro: *l'Holland in navigazione.*
In basso: *l'Holland oggi.*

ZELTO



Tanto la concezione generale quanto le caratteristiche meccaniche e idrodinamiche, sono tipiche del siluro a lenta corsa, l'unico a essere guidato da un pilota nella sua navigazione fino al bersaglio, a cui la sua testata carica di esplosivo veniva attaccata mediante potenti calamite, come l'omonimo insetto, la mignatta più nota come sanguisuga, da cui l'arma trasse originariamente il soprannome. La parte restante, ridotta a una sorta di scooter sottomarino, con gli operatori a cavalcioni serviva a favorirne il rientro, come farà una settantina di anni dopo il veicolo di propulsione subacquea.

L'invenzione della torpedine semovente pilotata, già mignatta, in sostanza una variante guidata di una normale torpedine, nome originale dato al siluro, venne costruita nell'arsenale di Venezia nel 1918, su progetto del Capitano del genio navale Raffaele Rossetti. All'incirca delle stesse dimensioni di un siluro, era lunga 8 m con un diametro di 600 mm, e veniva propulsa da due eliche quadripale coassiali controrotanti, azionate a loro volta da un motore ad aria compressa, caricata a circa 200 atm in un serbatoio posto al centro dell'arma. Un secondo serbatoio di aria compressa, molto più piccolo, era usato per regolare l'assetto, mentre non vi era alcun dispositivo per variare la direzione, che veniva modificata aprendo braccia e gambe sul lato verso il quale si voleva dirigere.

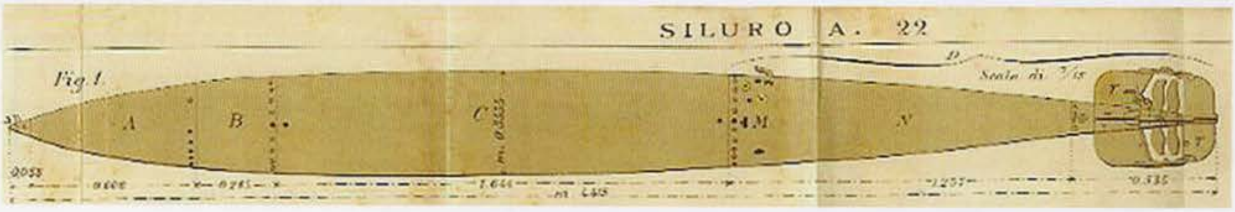
La velocità massima era di 2 nodi per un'autonomia di 10 miglia. Dal punto di vista strettamente militare era dotato di due cariche di tritolo di 175 kg l'una, sistemate una dietro l'altra a proravia e terminanti con una ogiva conica per attenuare la resistenza idrodinamica. Il brillamento era provocato da spolette a tempo, con un ritardo massimo di 6 ore, ed una ulteriore carica era riservata all'autodistruzione in caso di necessità.

Circa il siluro da cui derivava, è significativo ricordare che fu inventato intorno alla metà del XIX secolo da un certo Giovanni Luppis, di Fiume, all'epoca parte dell'Impero austro-ungarico. Fu fatto vedere all'Imperatore, nel porto della stessa città, che non tradì alcun particolare interesse. Tuttavia, grazie anche alla collaborazione dell'imprenditore britannico direttore dello Stabilimento Tecnico Fiumano, dopo alquanti perfezionamenti, nel 1864 si iniziò la produzione seriale dell'ordigno, nel frattempo denominato *Minenschiff.* A quel punto, forse per un tardivo riconoscimento, al Luppis fu concesso dallo stesso Imperatore, con relativo diploma del 1869, di fregiarsi quale titolo nobiliare dell'epiteto di 'affondatore'. Il

In alto: *veicolo di propulsione subacquea, in inglese Diver Propulsion Vehicle, in acronimo DPV.*

In basso: *prospetto e archetipo siluro.*

Nella pagina a fianco: *un DPV in movimento subacqueo.*



prototipo del suo siluro, che aveva un raggio d'azione di circa 900 e una velocità di 6 nodi, dopo una cospicua serie di perfezionamenti e migliorie, nel 1890 filava a 30 nodi, stabilizzato nella corsa da un apposito giroscopio. Anche l'Ammiragliato britannico iniziò a produrne di similari, impiantandone una fabbrica sull'Isola di Portland nel 1891, dove fu realizzato un prototipo lungo quasi 6 m con un diametro di 457 e una testata di 90 kg di fulmicotone, mosso da due eliche coassiali controrotanti, azionate da un motore a tre cilindri ad aria compressa. E nel 1877 la nave a vapore turca *Intibah,* aprì la serie delle imbarcazioni affondate dai siluri; il 19 maggio dello stesso anno si ebbe il primo lancio di siluri da un incrociatore, l'HMS *Shah* senza, però, alcun risultato.

La Regia Marina costruì, nel contesto della Grande Guerra, dei motoscafi armati con una coppia di siluri: li derivò dalla produzione civile, potenziandone i motori a benzina comunque di concezione automobilistica, denominandoli Motoscafi Anti Sommergibili, o MAS, ispirando a D'Annunzio il motto *Memento Audere Semper.*

In alto: *flottiglia di MAS in navigazione.*
Nella pagina a fianco
In alto: *ritratto di Enrico Forlanini.*
In basso: *un moderno aliscafo in navigazione.*

Aliscafo

Dopo i numerosi studi e i decenni di esperienze su come un mezzo aereo più pesante dell'aria dovesse non galleggiare in essa ma sostenervisi sopra attraverso la portanza, ovvero la spinta verso l'alto prodotta dalle diverse pressioni provocate dalla velocità del velivolo sopra e sotto le ali, rispettivamente minore e maggiore, e dopo le verifiche sperimentali che confermarono tali conclusioni, il criterio in breve si generalizzò. In altri termini, essendo anche l'acqua un fluido come l'aria, sebbene molto più denso, un'analoga portanza si sarebbe dovuta manifestare anche in essa, ovviamente con ali di gran lunga più piccole e con velocità molto inferiori. Il vantaggio, derivante dallo sfruttamento di quel fenomeno, sarebbe stato la riduzione della resistenza idrodinamica di uno scafo munito al di sotto della chiglia di adeguate alette: raggiunta una determinata velocità sarebbe stato da loro sollevato volando di fatto a bassissima quota. A quel punto per la ridotta resistenza residua la sua velocità, a parità di potenza, sarebbe aumentata notevolmente, con intuibili benefici per la navigazione.

L'idea, non a caso, fu elaborata dall'ing. Enrico Forlanini, 1848-1930,[26] che ne avviò le ricerche prelimi-

26 Cfr. I. MENCARELLI, *Enrico Forlanini,* Roma 1971.

nari nel 1898: era lo stesso ingegnere che già nel 1877 aveva realizzato dei prototipi di elicottero a vapore, fatti sollevare senza pilota. La sua preparazione era avvenuta dapprima nel Collegio Militare di Milano, oggi Scuola Militare "Teuliè", poi nell'Accademia Militare a Torino e quindi nella Scuola di Applicazione Artiglieria e Genio, uscendone nel 1870 con il grado di Tenente. Assegnato a una caserma di Casale Monferrato, con la debita autorizzazione dei superiori poté dedicarsi nell'officina del Genio agli esperimenti sulla portanza sviluppata dalle eliche, che lo portarono a costruire dei congegni in grado di sollevarsi verticalmente mediante alcuni rotori.[27] Postosi in aspettativa completò i suoi studi presso la Scuola di Applicazione del Regio Istituto Tecnico Superiore, ottenendo la laurea in ingegneria industriale.

Dopo alquante vicissitudini tra il 1904-5, successive quindi al volo del fratelli Wright del 1903, Forlanini intraprese, con una serie di esperimenti nella vasca idrodinamica, a studiare la portanza in acqua. Concepì così, e poi realizzò, un'imbarcazione munita di alette subacquee che le consentivano, raggiunta una determinata velocità, di sollevarsi di qualche metro: la battezzò, perciò idroplano archetipo dal quale deriverà il successivo aliscafo. Dal punto di vista tecnico, il suo battello restava tale, in tutto e per tutto, identico alle normali barche a motore, ma via via che l'elica ne aumentava la velocità si generava sotto le alette immerse, esattamente come sotto le ali degli aerei

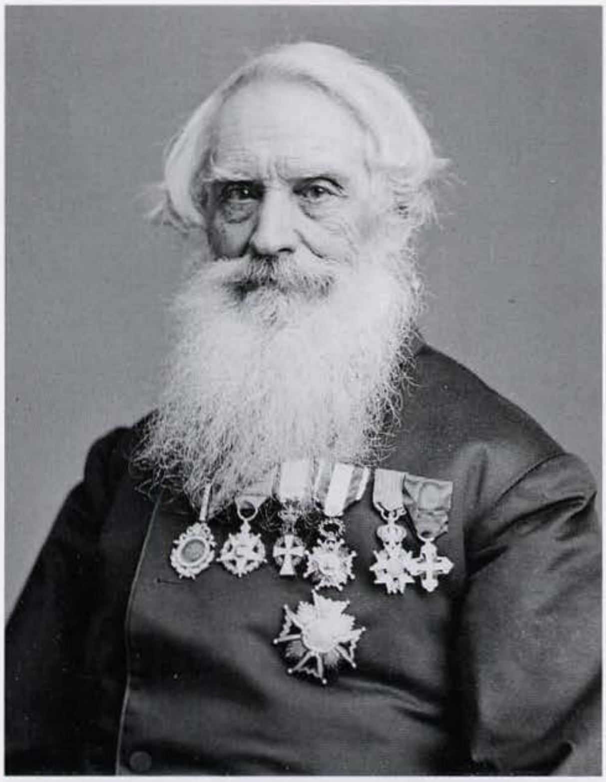
27 Cfr. S. CALABRÓ, *La passione dell'invenzione. Enrico Forlanini, ingegnere e aeronauta*, Milano 2004.

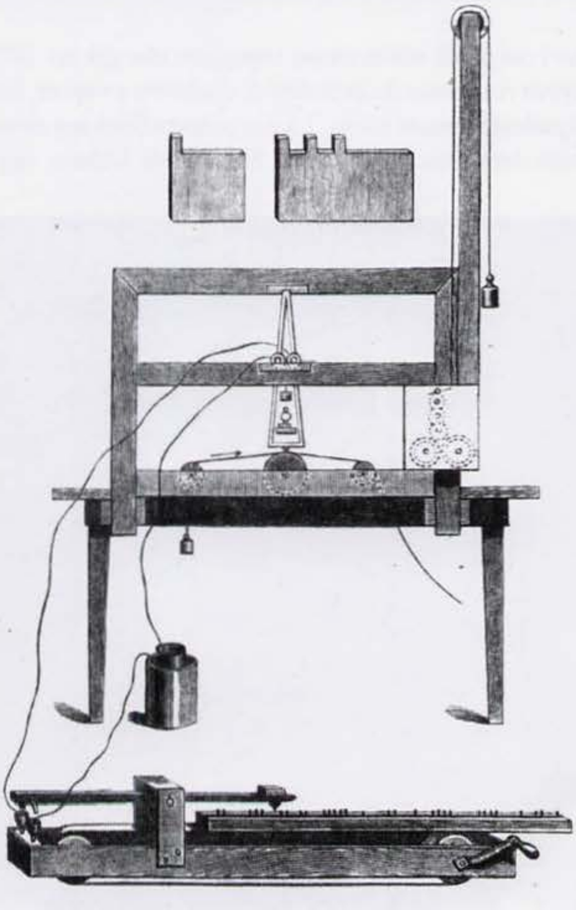
in fase di decollo, una spinta verso l'alto, una portanza, che faceva uscire completamente dall'acqua lo scafo. Sotto il pelo dell'acqua restavano oltre alle eliche soltanto le alette che, al pari di ciò che si verifica in aviazione, per risultare meccanicamente adeguate non dovevano superare una relativamente breve distanza fra loro, obbligando perciò il battello a non superare a sua volta una lunghezza massima di circa 30 m, con consumi però di gran lunga inferiori a quelli delle imbarcazioni tradizionali di uguali dimensioni per analoghe prestazioni.

Dal punto di vista strutturale l'idroplano, o *idrottero*, di Forlanini non differiva granché dagli attuali aliscafi se non per il numero delle alette, ben quattro fra loro parallele, divise in due coppie, rispettivamente a poppa e a prua, soluzione forse derivata da quanto negli stessi anni avveniva in aviazione con aerei biplani o triplani. Le prove pratiche, susseguitesi negli anni immediatamente successivi, posero perfettamente in luce le capacità dei suoi battelli alati, costituiti da prototipi lunghi una decina di metri, larghi 3 m e con una quota di volo sull'acqua compresa fra i 50-70 cm, spinti da motori in grado di erogare un centinaio di hp, di librarsi sull'acqua ad una velocità di ben 75 km/h, prestazione per l'epoca eccezionale persino su strada. Una derivazione fu l'idroscivolante che univa la propulsione con eliche aeree alle alette subacquee di sostentamento.

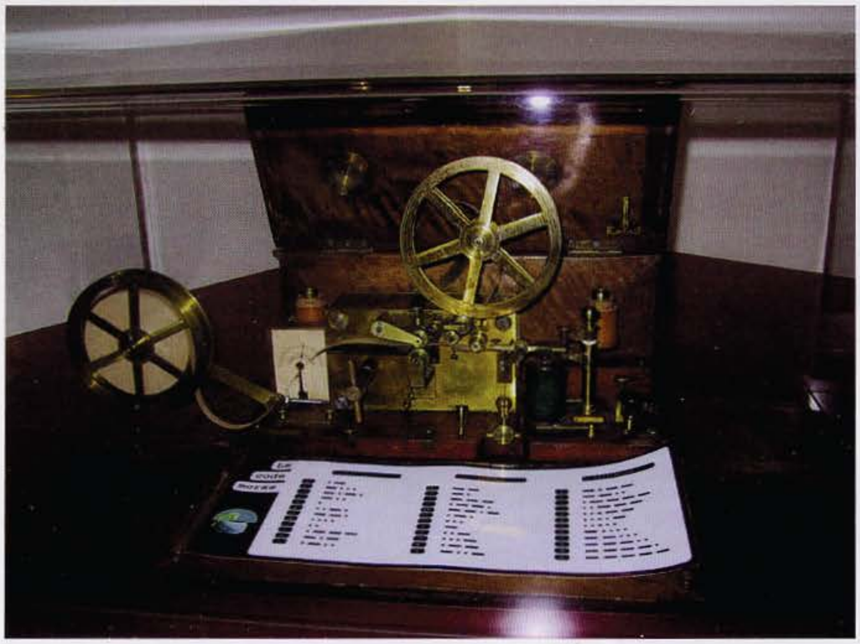
Il telegrafo e il cavo sottomarino

L'apparecchio telegrafico elettrico, o per essere più precisi il sistema telegrafico elettromagnetico, fu, in buona sostanza, inventato nel 1837 da Samuel Morse (1791-1872) singolare figura di pittore, inventore e storico, e comprendeva le necessarie apparecchiature trasmittenti e riceventi, un codice che trasformava le lettere dell'alfabeto in abbinamenti di punti e di linee. In pratica attraverso un interruttore a pulsante, definito poi manipolatore, la corrente inviata lungo un filo di rame poteva essere fatta passare per intervalli più o meno lunghi, corrispondenti ai punti se brevissimi ed alle linee se più estesi. Quel variabile passaggio di corrente azionava in sincronia l'elettrocalamita del ricevitore, che pertanto attraeva una punta scrivente, costringendola a tracciare su di un nastro di carta, fattogli scorrere sotto da un meccanismo a orologeria, dei punti e delle linee. Nel 1844 il suo brevetto si trasforma nella prima linea telegrafica fra Washington e Baltimora, suscitando subito notevole interesse negli ambienti militari per le intuibili potenzialità.





In alto: *fotoritratto di Samuel Morse.*
In basso: *disegno di progetto del telegrafo elettrico di Samuel Morse.*

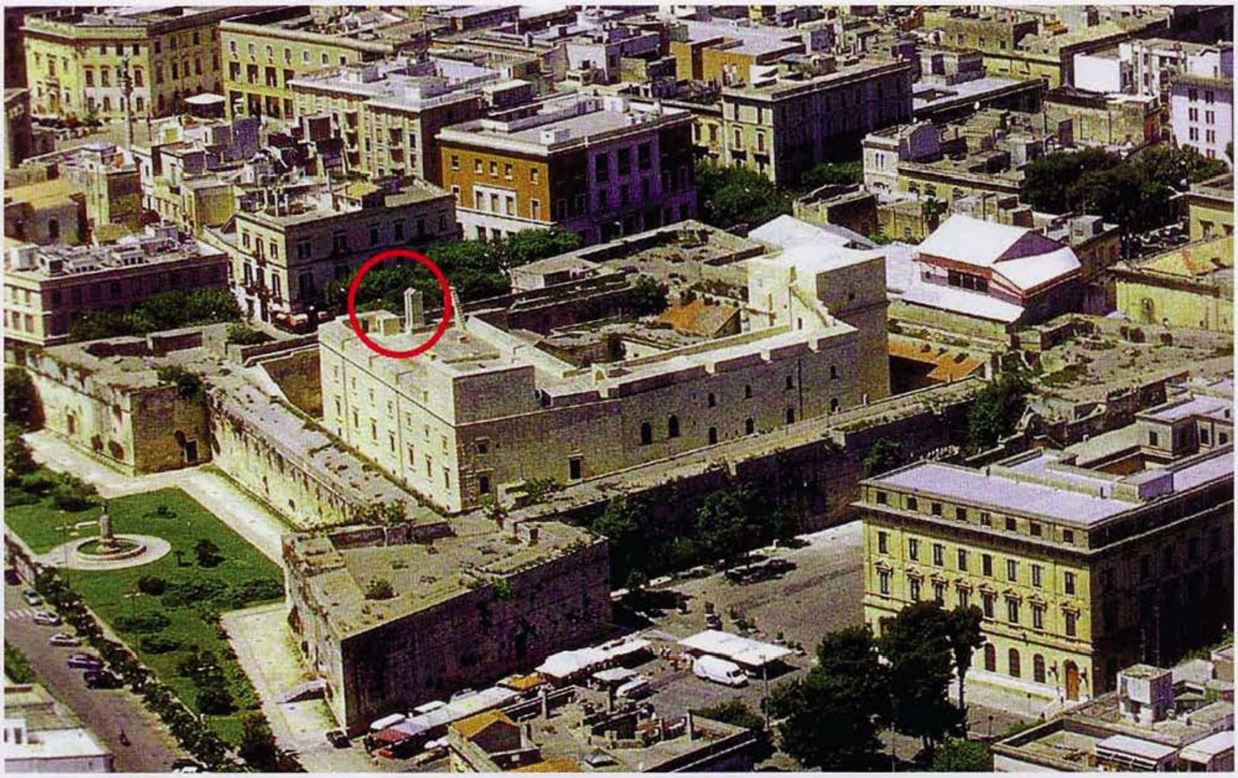


In alto: *un apparecchio telegrafico ricevente della fine del XIX secolo.*
In basso: *coppia di telegrafi elettrici a quadrante.*

Non essendo ancora disponibili degli efficienti generatori elettrici l'apparecchio funziona a pile, che comunque consentono già linee prima e reti poi di centinaia di chilometri. In Italia il telegrafo elettrico a quadrante fece il suo debutto nel 1847 tra Pisa e Livorno, variante del telegrafo Morse, più lenta ma priva della necessità di codificare il dispaccio. Funzionava tramite impulsi elettrici prodotti da una ruota dentata, a ogni dente della quale corrispondeva una lettera dell'alfabeto: in trasmissione la si faceva girare fino farla coincidere di volta in volta con la lettera designata. L'impulso nel ricevitore attivava due elettrocalamite che, attirando una barretta di ferro munita di un arpione, facevano a loro volta a ruotare di un dente ad ogni impulso una seconda ruota dentata uguale alla precedente, solidale a una lancetta che indicava perciò su di un quadrante la lettera trasmessa. Due anni dopo fu realizzata anche la prima linea dell'Impero austriaco, stesa fra Trieste e Vienna, adibita in maniera pressoché esclusiva ai dispacci diplomatici e militari, pur avendo un ufficio destinato al pubblico. Nel Regno delle Due Sicilie il telegrafo arriverà nel settembre del 1851, inizialmente tra Napoli, Caserta, Capua e Gaeta, le due regge e le due maggiori piazzeforti. Va osservato che la rete telegrafica napoletana era agli inizi una linea costiera, destinata alla difesa delle coste, quindi una sorta di aggiornamento di quella di tipo ottico da secoli esistente.[28]

Via via che le linee si stendevano, le diverse città venivano collegate fra loro, ricevendo così la possibilità di apprendere e divulgare, per la prima volta nella Storia, notizie in tempo reale; beneficio che però richiese qualche anno ancora per estendersi alle isole maggiori Sardegna e Sicilia. In pochi anni, tuttavia, si realizzarono dei cavi elettrici idonei a essere posati sui fondali marini, di sufficiente robustezza e di adeguato isolamento, per la trasmissione elettrica telegrafica, la cui messa in opera iniziò nel 1854. Stando alla legge piemontese in materia, del 1853 n. 1563, che sarà in seguito estesa a tutto il Regno d'Italia, l'impianto e l'esercizio delle linee telegrafi-

28 Al riguardo cfr. A. MAURO, *Il Castello aragonese di Baia,* Napoli 1979, p. 39. Va ricordato che una linea telegrafica ottica fu già attivata nel Regno di Napoli intorno al 1820, tant'è che il comandante del forte di Baia, dove veniva custodita buona parte della polvere pirica delle Forze Armate, sollevava delle perplessità circa il pericolo che la nuova 'macchina telegrafica' fatta istallare nel forte con decisione del 23 ottobre 1821, potesse attrarre i fulmini con conseguenze catastrofiche.



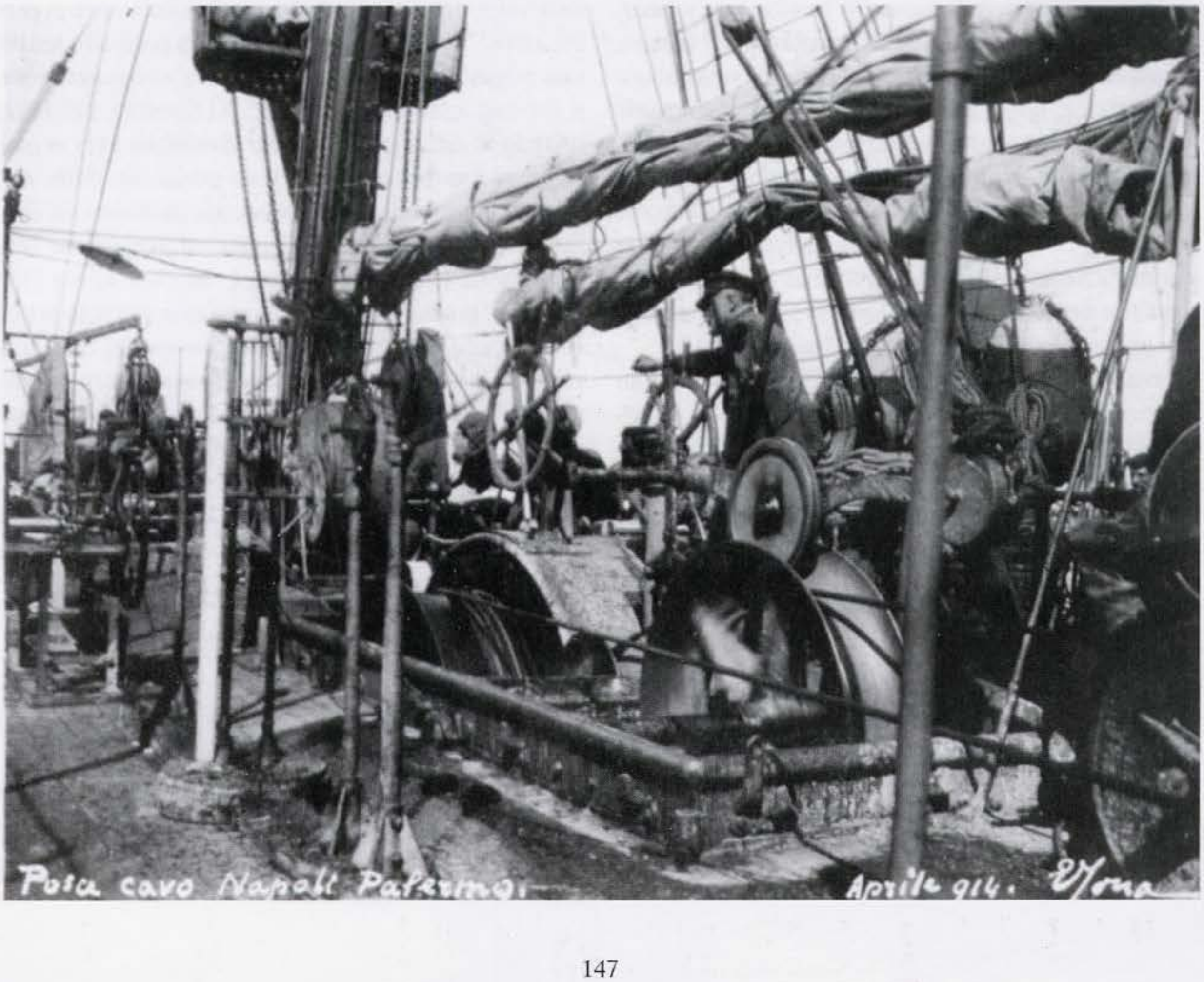
In alto: Lecce, forte di Carlo V (nel cerchio i supporti del telegrafo ottico).
In basso: Otranto, castello (nel cerchio rosso i supporti del telegrafo ottico).

che era di competenza esclusiva dello Stato, salvo deroghe per precisi accordi con le singole società ferroviarie, essendo almeno agli inizi le due reti sostanzialmente coincidenti topograficamente, con pali e fili stesi lungo i binari. La ragione addotta scaturiva dall'esigenza di garantire al servizio la stessa segretezza accordata alla corrispondenza postale, vincolando al più rigido segreto gli operatori, che per ovvia ragione almeno in coppia dovevano essere al corrente dei dispacci che trasmettevano o ricevevano. In realtà si tendeva così a favorire il controllo sulle notizie diffuse telegraficamente, supposte potenzialmente in grado di fomentare o di agevolare disordini e ribellioni. Ai giorni dell'unificazione nazionale, nel marzo del 1861, la rete telegrafica complessiva italiana era di circa 8.200 km, con oltre 14.000 km di linee, 250 uffici e 370 apparati telegrafici, che nel 1871 divennero circa 1.300 uffici e 50.000 km di linee!

Venendo al collegamento con le isole, i lavori avviati nel 1854 portarono presto alla posa di un cavo sottomarino tra La Spezia, la Corsica e la Sardegna, fondendo così almeno a livello notizie quel primo grande Stato preunitario. Pochi anni dopo, nel 1858, fu il Regno delle Due Sicilie a collegare l'isola alla terraferma con un secondo cavo sottomarino: a differenza di quello usato dal Piemonte quello napoletano era di produzione regnicola e venne steso da tecnici nazionali. Durò appena nove mesi, tranciato dalle fortissime correnti dello Stretto, dopo di che fu necessario ripetere l'operazione spostandone però gli estremi, mentre nel frattempo si era collegato Otranto a Valona e da lì alla linea telegrafica con l'Oriente. Anche un secondo

cavo con armatura rinforzata posato nel medesimo sito, fece la fine del primo, e solo un terzo posato tra Bagnara Calabra e Torre Faro riuscì a sopravvivere, e nel 1859 fu prolungato fino a Malta.[29]

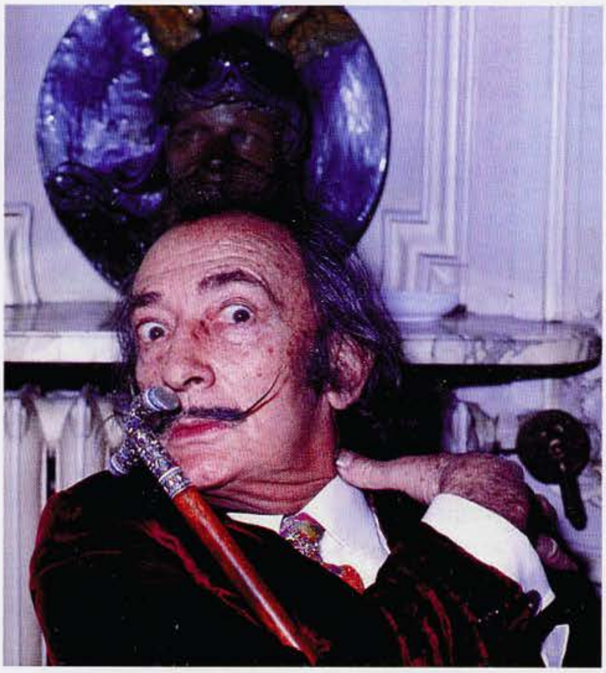
29 Questo il relativo decreto n° 5698 del 2 maggio 1859: *"Decreto che accorda la facoltà al Signor Augusto Hamilton, procuratore della Compagnia telegrafica sottomarina del Mediterraneo, di appoggiare e congiungere alla linea telegrafica elettrica esistente nel Regno un cavo sottomarino alla estremità della Sicilia, da prolungarsi fino a Malta…"*.



Il pantelegrafo

Nel 1978 invitato a un convegno internazionale sui Celti, il pittore Salvador Dalì, impossibilitato a parteciparvi, inviò per telefax agli organizzatori, quasi a titolo di scusa, un suo disegno con firma autografa, precisando di ritenere di essere così il primo pittore della Storia ad avvalersi di un tale mezzo per trasmettere un'opera artistica.[30] E tutto induceva a crederlo, specialmente la recentissima invenzione del dispositivo, la cui vasta commercializzazione risaliva alla metà degli anni settanta, lasciando perciò motivatamente credere all'affermazione di Dalì. Certamente qualcosa del genere fu utilizzata in ambito militare, ma per trasmettere i *fax* simili non utilizzava le linee telefoniche ma le onde radio. In breve si trattava di un: "sistema elettromeccanico per la ricetrasmissione analogica di immagini, in dotazione dal 1929 all'Arma del Genio dell'Esercito Italiano. La prima operazione per trasmettere a distanza un'immagine o un documento con segnale radio è la scansione, ovvero la suddivisione dell'immagine in righe e punti e il successivo inoltro in sequenza. In pratica, il documento da trasmettere viene avvolto sul rullo trasmettitore mantenuto in rotazione da un motore elettrico, il pannello luminoso che scorre lungo l'asse del rullo illumina, istante per istante, un punto della riga che viene rilevato da una cellula fotoelettrica; quest'ultima trasforma l'informazione luminosa in un segnale elettrico proporzionale alla luminosità del punto esaminato. Il segnale elettrico amplificato viene poi trasmesso via radio. Il sistema ricevitore, con il procedimento inverso, riconverte l'informazione elettrica in luminosa su carta fotosensibile applicata su un rullo ricevente in rotazione alla medesima velocità di quello trasmittente."[31]

Un apparecchio del genere si diffonderà negli anni 60' per l'invio di foto a grande distanza, che saranno perciò definite 'telefoto', per cui pur funzionando sul principio del telefax se ne discostava per la precipua destinazione. L'apparecchio, noto con il nome di telefax, ovvero strumento per inviare a distanza



tramite la rete telefonica delle copie conformi ai documenti originali scritti o disegnati che fossero, cioè dei fax simili, diverrà invece in brevissimo tempo un complemento basilare del telefono, ribattezzato solo *fax*. Come accennato l'apparecchio, la cui invenzione a voler rimontare indietro sembra debuttare ai primi anni '70 del secolo scorso, aveva però alle spalle una origine di gran lunga più remota, collocandosene il debutto intorno alla metà del XIX secolo, nel 1855, quando la diffusione del telegrafo elettrico era ormai in piena espansione, suscitando perciò sin dalla sua comparsa un enorme interesse, specialmente in ambito militare, occupandosene fra gli altri anche Napoleone III e lo zar di Russia. E neppure allora l'invenzione poteva considerarsi originale, ma solo la più funzionante, esistendo tra gli archetipi del telegrafo elettrico uno, capace di trasmettere sia pure rozzamente delle immagini a impressione chimica, sin dal 1843, anno in cui in Inghilterra furono compiuti ulteriori esperimenti, per concretizzarlo, da Alexander Bain e Frederik Collier Bakewell. Ma l'apparecchio ideato per lo stesso scopo dall'abate Giovanni Casel-

30 La notizia è tratta dall'articolo pubblicato sul *Corriere della Sera* in data 9 maggio 1993 alla p. 23, redatta da C. FORMENTI, *Lo strumento che oggi ha invaso case e uffici ha un illustre antenato: il pantelegrafo ideato da Giovanni Caselli e Rossini spedì all'abate lo spartito per fax.*

31 La citazione è tratta dalla scheda n° 239 a-014 dell'Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio di Roma, relativa a un *Apparecchio per la trasmissione delle immagini - Fac-simile del 1929.*

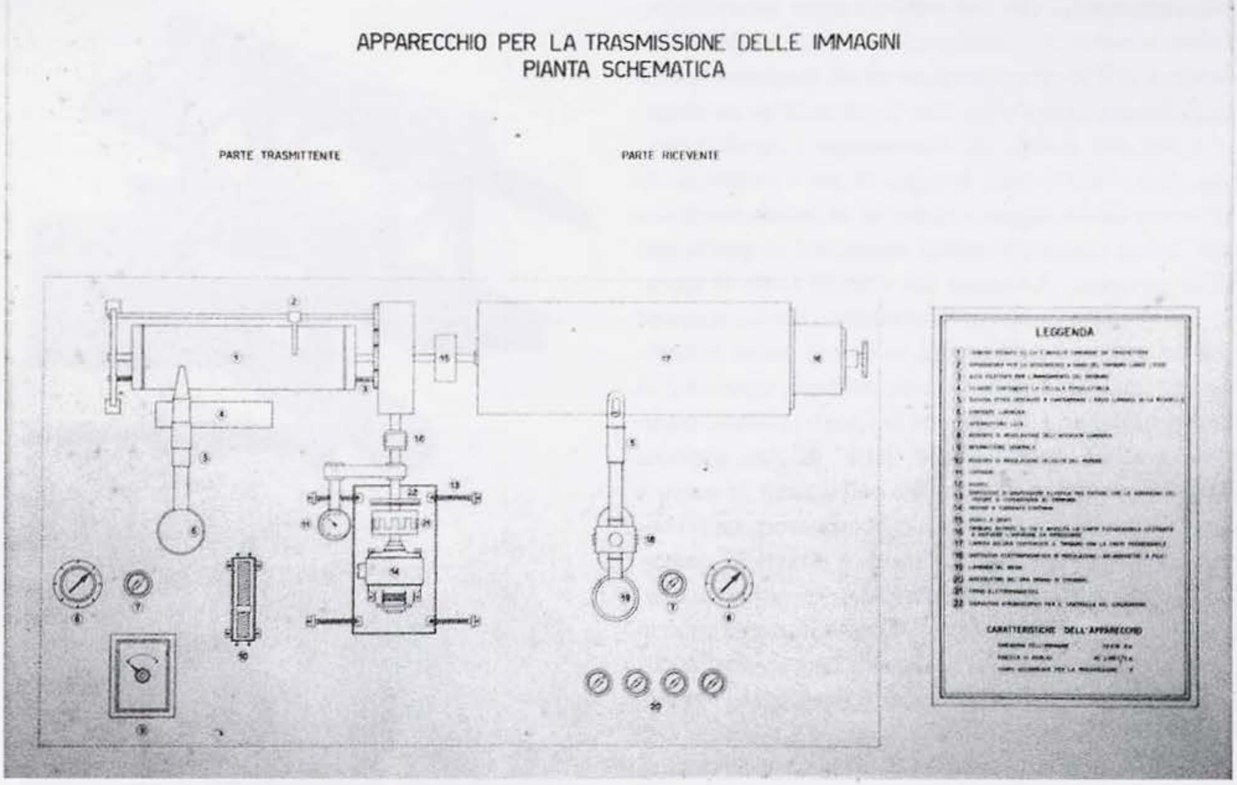
In alto: *fotoritratto di Salvador Dalì.*

Nella pagina precedente

In alto a sinistra: *sezione di un cavo telegrafico per impiego sottomarino.*

In alto a destra: *maggio 1899, istantanea della posa in opera del cavo telegrafico sottomarino Talamone-Caprera.*

In basso: *aprile 1914, istantanea della posa in opera del cavo telegrafico sottomarino Napoli-Palermo.*

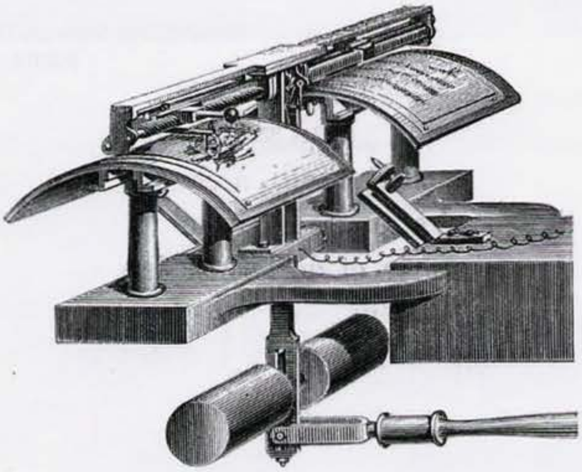


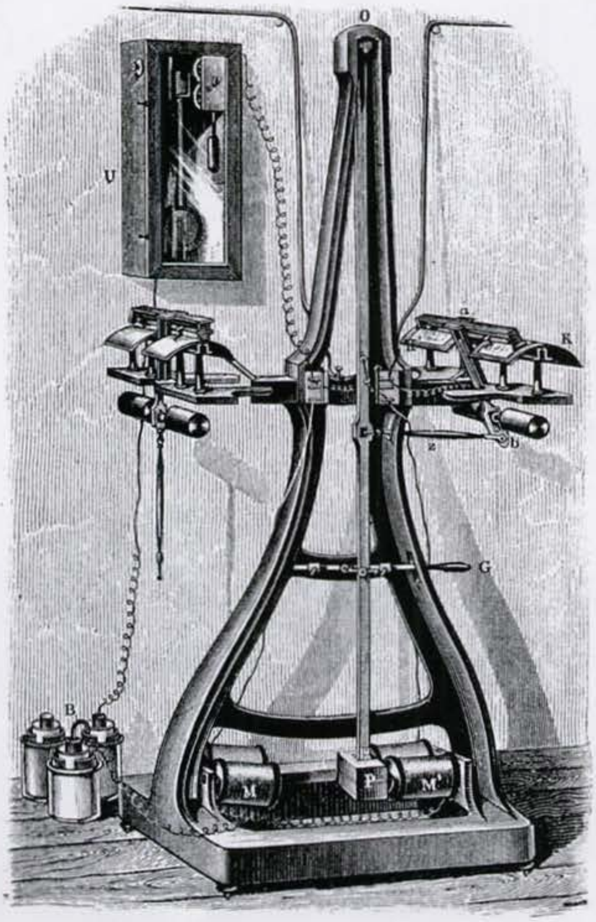
li, 1815-1891, si dimostrò non solo molto più avanzato dei precedenti ma anche o più affidabile degli stessi telegrafi elettrici che, almeno nei primi anni, restarono vittime di frequenti errori di trasmissione e ricezione. Il 22 gennaio del 1860, ben 118 anni prima della presunta primogenitura di Salvador Dalì, Giacchino Rossini artista non meno celebre del pittore, infatti, trasmise con quell'antesignano fax un suo breve spartito da Parigi ad Amiens, aggiungendo un sintetico messaggio di lode per il suddetto abate.

In alto: *Museo Storico di Cultura e Arma del Genio (ISCAG), planimetria schematica del primo fax.*
In basso: *ISCAG, dettagli del primo fax per uso militare.*

Lo strumento, che con reminiscenze umanistiche, l'abate ribattezzò *pantelegrafo*, per molti aspetti funzionava nell'identica maniera di un moderno televisore, basato sulla variazione di intensità di un singolo punto che percorrere interamente e rapidamente, una dopo l'altra, tutte le righe in cui è suddiviso lo schermo da un raggio emesso in un tubo catodico e deviato da opportuni campi magnetici in quella sorta di percorso. All'epoca del Caselli nulla di quanto menzionato esisteva, ovviamente, ma lui suppose che un'immagine disegnata su di una lastra metallica con una particolare vernice isolante, (qualcosa di molto simile alla produzione dei nostri circuiti stampati) avrebbe potuto essere 'letta' da una apposita spazzola metallica. In pratica collegando la lastra a un polo di una batteria, una spazzola scorrendovi sopra, una riga dopo l'altra, chiudeva il circuito elettrico quando strisciava sul metallo e lo apriva quando strisciava invece sulla vernice isolante, generando in tal modo una sequenza di segnali aperto-chiuso che convogliati sulle normali linee telegrafiche, azionavano nel ricevente, secondo la stessa sequenza, una elettrocalamita. Questa attraeva perciò una punta di ferro facendola premere con maggiore o minore intensità sopra un foglio di carta di dimensioni uguali alla lastra di metallo, trattato con ferrocianuro di potassio, che lasciando passare o meno la corrente elettrica produceva una reazione chimica che anneriva la carta. Che spazzola e punta avessero poi la stessa frequenza e descrivessero al contempo le corrispondenti righe era assicurato dall'essere il moto di entrambe fornito da un identico congegno a orologeria, azionato da due pendoli uguali, alti circa 2 m, avviati in sincronia da un apposito impulso elettrico in apertura della trasmissione.[32]

Dell'apparecchio, come accennato, dopo il trasferimento dell'abate Caselli in Francia si interessò anche Napoleone III al punto da far istituire nel 1865 un regolare servizio fra Parigi e Amiens e fra Parigi e Marsiglia, probabilmente dopo il positivo successo della trasmissione di Rossini. Tra i vantaggi una maggior certezza di quanto trasmesso e la versatilità delle destinazioni, pur restando quale insormontabile limite la lentezza e la farraginosità dell'impiego, tant'è che nonostante la ricordata attivazione, dopo alcuni anni, con la guerra tra Francia e Prussia nel 1871, il servizio fu sospeso e non più ripristinato.





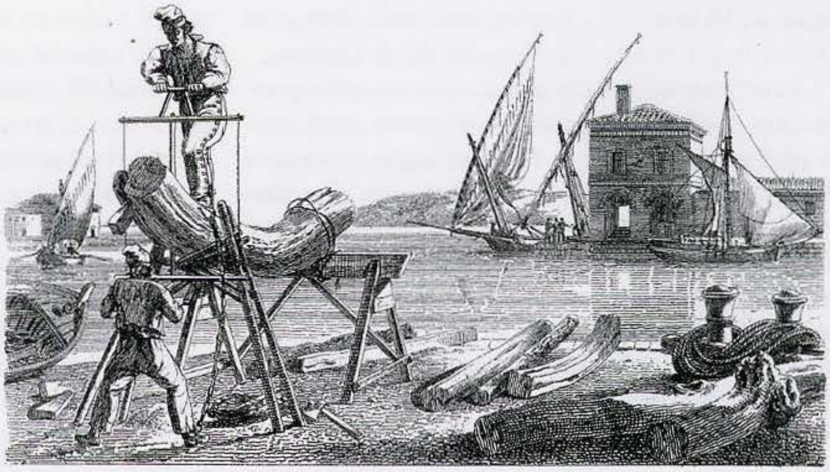
L'unico esemplare di pantelegrafo ancora esistente è custodito presso l'Istituto Tecnico Statale Giambattista Della Porta di Napoli.

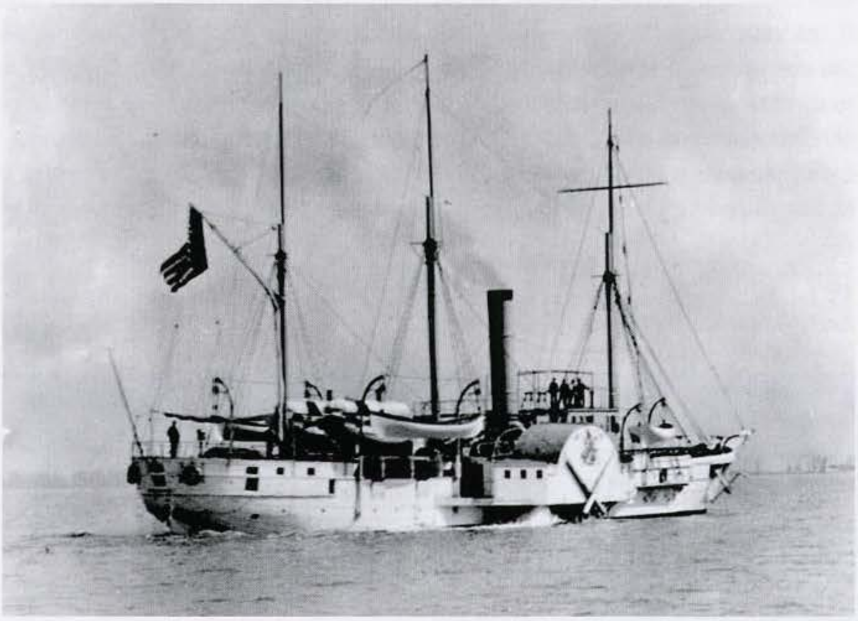
32 Sulla vicenda del pantelegrafo cfr. T. DANDOLO, *Panorama di Firenze, la esposizione nazionale del 1861 e la villa Demidoff a San Donato: mosaico storico ed artistico*, Milano 1863, pp. 91-101.

In alto: *stampa ottocentesca che raffigura i supporti di scansione e di scrittura del pantelegrafo.*
In basso: *stampa ottocentesca che ritrae il pantelegrafo dell'abate Caselli.*

Le navi di ferro

A partire dalla metà del XIX secolo, si iniziarono a costruire gli scafi delle navi completamente di ferro, struttura che meglio si adattava alla macchina a vapore che doveva muoverli, ed ai maggiori carichi che il commercio richiedeva. Il passaggio, soprattutto in Italia, dal legno al ferro non fu né rapido né privo di contrasti, per vari ordini di ragioni. Innanzitutto l'ampia disponibilità di grandi boschi nei pressi del mare, ricchi di essenze eccellenti per le costruzioni navali, aveva determinato il formarsi di una vera filiera del settore, che andava dalla coltivazione al taglio degli alberi, alla loro stagionatura, al trasporto, alla riduzione in tavolame di vario formato, alla sagomatura, per citare le principali fasi, con un notevole impiego di manodopera e di maestranze qualificate, in alcun modo riciclabili nelle costruzioni in ferro. Resistenze che non si ebbero, invece, nel settore militare in cui la sostituzione avvenne rapidamente, anche perché diversamente dalle navi mercantili quelle da guerra dovevano confrontarsi con le coeve realizzazioni estere e con la potenza delle loro artiglierie che, da un certo momento in poi, furono decisamente incompatibili con i delicati scafi di legno, sia pure esternamen-





In alto: *operai che segano un tronco dandogli una predetermina forma per l'impiego come ordinata.*
Al centro: *la U.S.S. Michigan, una delle prime navi in ferro.*
In basso: *un piccolo cantiere navale tardo ottocentesco.*

te corazzati con piastre d'acciaio. Fu in questo scorcio storico che vennero edificati, all'indomani dell'unificazione nazionale e in appena otto anni, il nuovo Arsenale Militare di La Spezia, tra il 1862-1869, e nel 1871 la Regia Scuola Superiore Navale di Genova.

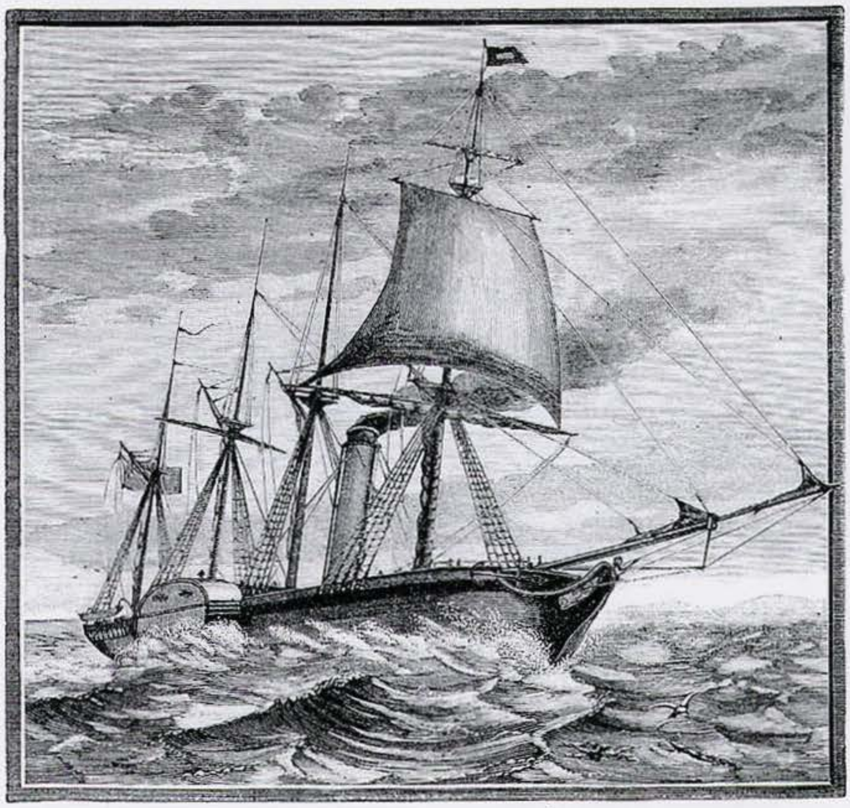
La costruzione in ferro di una struttura tanto grande come quella di una nave, non avveniva come quella tradizionale in legno: l'assemblaggio procedeva dalla chiglia, e le ordinate e il fasciame si montavano contemporaneamente e non più prima le une e poi l'altro. Le connessioni fra le lamiere si ottenevano mediante chiodatura, con chiavarde posizionate negli appositi fori e ribattute a caldo in modo da serrarsi una volta raffreddate, sistema inconfrontabile con gli incastri del legname.[33] Travi e ferri di angolari andavano adattati a caldo alla sede dove erano destinati, compiti che solo carpentieri metallici di provata e specifica preparazione riuscivano a realizzare. Il trattamento delle superfici esposte all'acqua, prima con apposite vernici antiruggine e poi con pitture di varia natura, non aveva nulla in comune con la calafatazione e con la successiva dipintura dello scafo di legno. In pratica nessuna competenza precedente, non di rado esito di millenarie esperienze, trovava più impiego, schiudendosi così nella cantieristica navale una crisi senza precedenti.

Paradossalmente alle critiche ed alle riserve di quanti vedevano così svanire il proprio lavoro e le proprie capacità professionali si aggiungevano le perplessità delle classi più umili che stentavano a credere che le navi di ferro potessero galleggiare e, più ancora, che risultassero a parità di dimensioni più leggere di quelle di legno. Per cui pur esistendo da tempo la possibilità di costruire imbarcazioni del genere fu soltanto nel 1818 che in Gran Bretagna si realizzò la prima nave completamente di ferro, in sostanza poco più di una grossa barca, il *Vulcan* adibito al trasporto del carbone. Ma fu con la *Great Britain* del 1843 che la nuova tecnica si espresse al meglio. Altrettanto incerto fu il passaggio dalla propulsione velica assoluta a quella a vapore assoluta, adottatasi nel lungo intermezzo una vasta compagine di navi a propulsione mista, ovvero con la macchina a vapore a ruote e quindi con l'elica, ma anche con gli alberi e le vele! Navi che proprio per tale compromesso navigavano male sia a vela che a vapore e la *Great Western,* che oserà compiere la traversata atlantica esclusivamente a vapore nel 1838, sarà ancora una nave di legno!

33 Sulla costruzione di navi in ferro cfr. U. TRIPICCHIO, *Arte e tecnica navale,* Napoli 1975, pp. 205- 221.

In basso: *la riproduzione della Vulcan.*

In pochi decenni, tuttavia, i vantaggi offerti dalle navi di ferro nel trasporto merci si imposero: le granaglie, ad esempio, caricate in ambienti molto più asciutti delle stive delle navi di legno, sempre soggette a infiltrazioni dal fasciame, giungevano a destinazioni e in condizioni decisamente migliori, ed in quantitativi di gran lunga superiori, attenuando perciò gli oneri dei noli. Cambiò anche la forma delle navi che aumentarono di dimensioni, in lunghezza come in altezza, variazione che rese possibile e conveniente smistare via mare pure merci di basso valore, potenzialità fino ad allora preclusa. Si esportarono pertanto minerali vari, carbone, nitrati, fosfati, potassa, cemento, calce, ecc. e finalmente petrolio, che in breve darà origine a una particolare tipologia di navi in ferro, con delle grandi cisterne al posto delle tradizionali stive: le petroliere, la cui importanza crescerà in maniera esponenziale con lo svilupparsi della motorizzazione col diffondersi dei motori endotermici.[34]

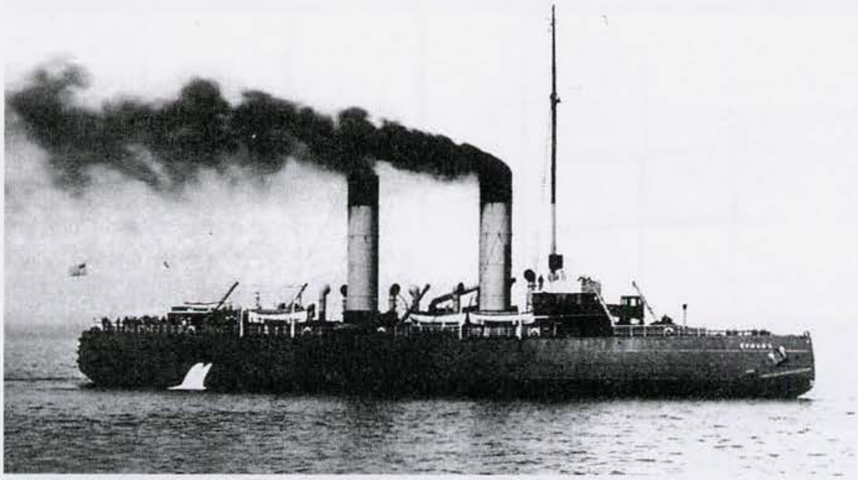


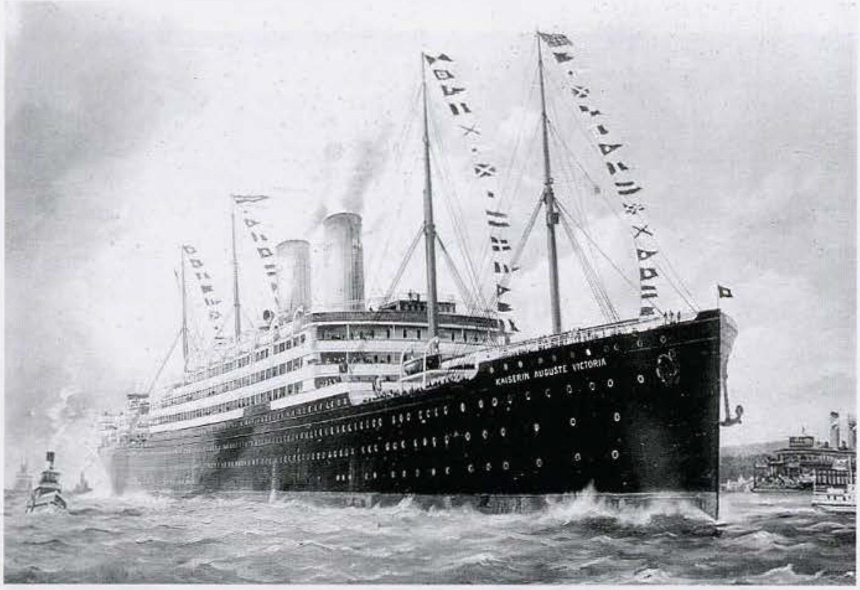
Sempre in ferro, e non avrebbe potuto per ovvie ragioni essere altrimenti, furono progettate e costruite delle robustissime navi destinate a mantenere aperti nel ghiaccio dei canali, per favorire il commercio mercantile, imbarcazioni che ricevettero il generico nome di rompighiaccio. La prima della serie, dalle caratteristiche specifiche, fu la *Yermark,* varata in Gran Bretagna nel 1898, che tuttavia ancora non disponeva di una prua sagomata in maniera tale da favorirne il sollevamento sul ghiaccio che veniva poi spezzato dal peso dell'intera nave.

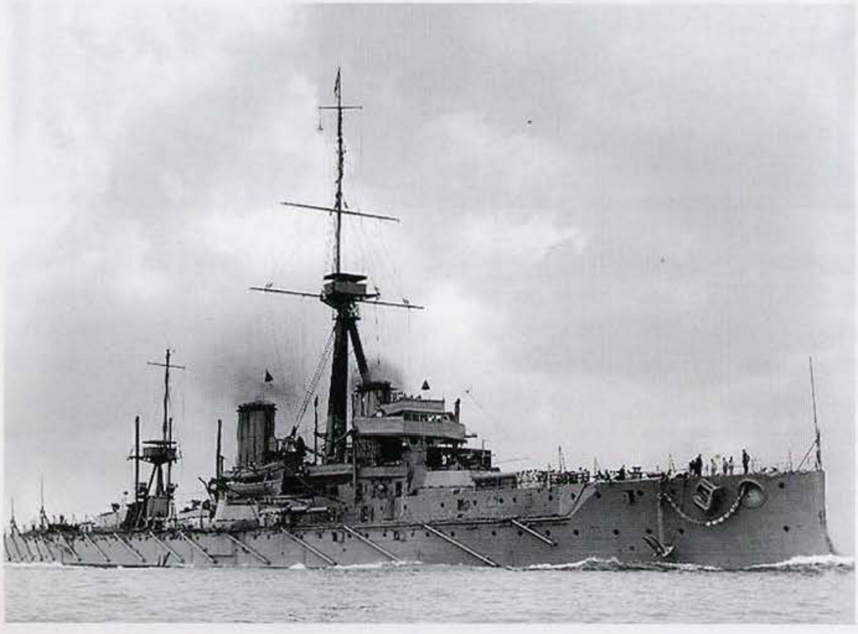
Ancora agli inizi del '900 il tonnellaggio complessivo delle navi di ferro era sostanzialmente uguale a quello delle navi in legno propulse a vela, mentre delle prime soltanto la metà si avvaleva di una motrice a vapore. Tra le difficoltà incontrate dalla diffusione dei piroscafi vi fu l'esigenza di poter disporre di una vasta rete mondiale di porti di rifornimento, vere stazioni di servizio per il pieno di carbone: e dal momento che non se ne trovava dappertutto, quei

34 Circa i nuovi criteri di costruzioni navali cfr. B. GILLE, *Storia delle tecniche,* Roma 1985, pp.442-443.

In alto: *la Great Britain del 1843: la foto si reputa una delle prime scatta ad una nave.*
In basso: *la Great Western in navigazione in una stampa coeva.*







porti a loro volta dovevano essere continuamente riforniti, onere complesso che soltanto l'Inghilterra riuscì a realizzare. Una nuova rivoluzione ai sistemi di propulsione si avrà con l'adozione dei motori endotermici, con le turbine e, in particolare, più tardi con il Diesel. Con le turbine già nel 1905 se ne equipaggiò il transatlantico di linea *Victorian*, seguito l'anno successivo dalla nave da guerra di rilevanti dimensioni che diede il suo nome a una intera classe, la *Dreadnought.*[35]

La turbina gira sul mare

Sebbene la turbina nella sua estrema semplificazione, nota come ruota idraulica, sia stata il motore primario più antico della Storia, risalendo forse al II millennio a.C., la sua variante moderna a vapore è una realizzazione della seconda metà del XIX secolo, quasi cento anni dopo il debutto della macchina a vapore alternativa, dall'infimo rendimento. Del resto un congegno che per funzionare doveva invertire a ogni mezzo giro il senso del moto dello stantuffo che lo generava, lasciava facilmente intuirne il notevole dispendio di energia che lo affliggeva. La soluzione ideale sarebbe stata perciò una macchina che una volta lanciata in rotazione avesse continuato a

35 Circa la nave da guerra Dreadnaught cfr. J. ROBERTS, *The Battleship Dreadnought. Anatomy of the Ship,* Annapolis, 1992.

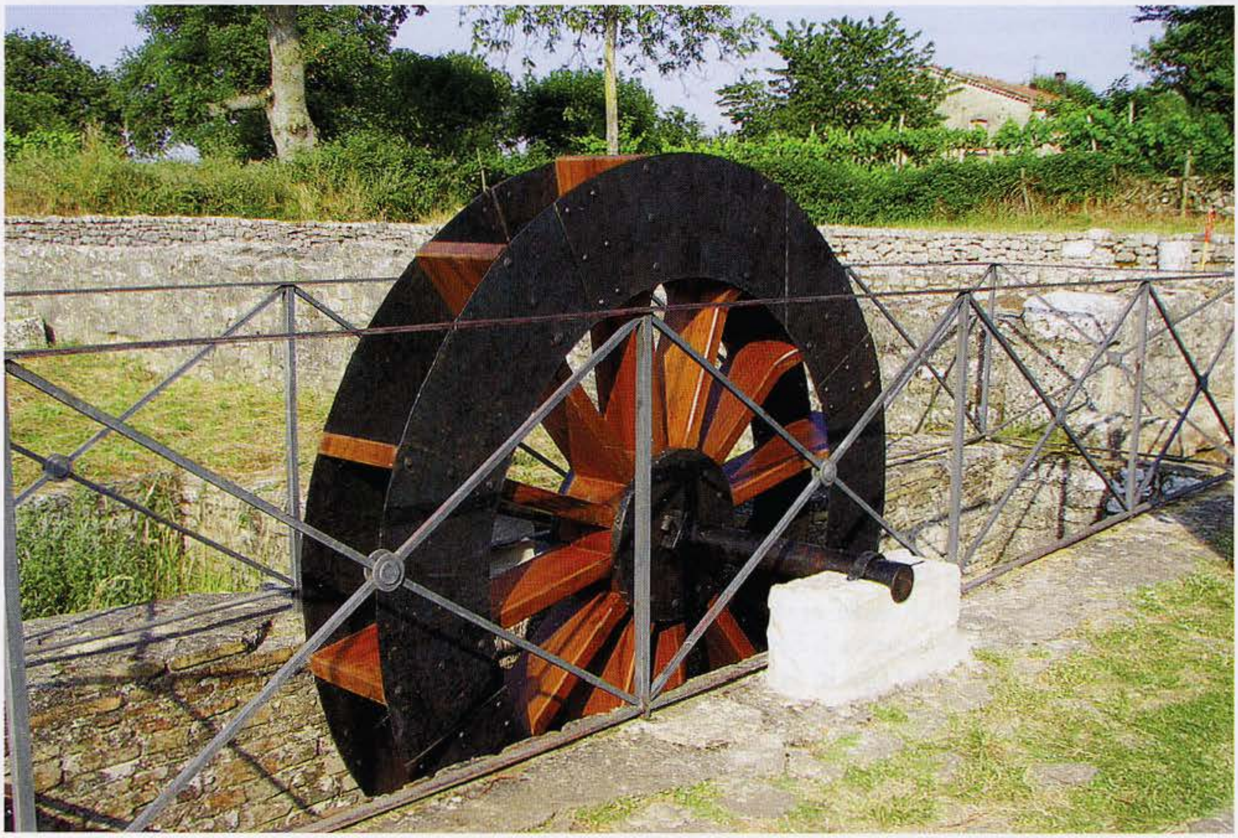
In alto: *il rompighiaccio russo Yemark.*
Al centro: *il transatlantico Victoria.*
In basso: *la corazzata Dreadnought.*

girare sempre nello stesso verso, limitando le perdite principali al solo attrito. E dal momento che qualcosa del genere esisteva sin dall'antichità, l'unica modifica che occorreva apportarle riguardava da una parte l'alimentazione e dall'altra la forma e la resistenza da dare alle sue pale, che ridottesi di dimensioni e moltiplicatesi di numero erano divenute delle 'palette'!

La moderna turbina a vapore fu inventata derivandola dalla turbina idraulica: "da C.A. Parson, [1854-1931], figlio minore del Conte di Rosse e ingegnere d'eccezionale abilità e ingegnosità. L'incentivo immediato fu l'urgente necessità d'una macchina per azionare direttamente una dinamo; a questo scopo occorreva una velocità che oltrepassasse l'apparente limite della macchina a vapore a movimento alternativo. Egli riuscì a conseguire un'alta efficienza insieme con una velocità di rotazione soddisfacente, facendo passare il vapore attraverso una serie di elementi di piccole turbine. In questo modo la riduzione totale della pressione durante l'espansione del vapore era suddivisa in un numero di piccoli stadi, che considerazioni teoriche indicavano come necessari per il funzionamento efficiente."[36]

36 La citazione è tratta da T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale. Storia della tecnica e dei suoi effetti socio economici,* Torino 1968, p. 389.

In alto: *fotoritratto di C.A. Parson.*
In basso: *area archeologica di Saepinum, Cb: ricostruzione della ruota idraulica III-IV secolo.*



Quelle diverse giranti, o rotori, erano montate su di un unico albero ma separate in distinti contenitori, o statori: questi all'interno di ognuno dei rispettivi involucri cilindrici di diverso diametro, portavano una fila di palette fisse, o palette statoriche, alle quali corrispondevano sulla superficie esterna del rotore altrettante palette solidali allo stesso, o palette rotoriche, responsabili della sua rotazione. Il vapore che veniva fatto fluire all'interno dello statore nella direzione dell'asse del rotore, veniva deviato dalle palette statoriche e poneva perciò in rotazione ancora più violenta le palette rotoriche. I primi brevetti per questa turbina vennero concessi al Parson nel 1884, quando una sua macchina del genere già ruotava a 18.000 giri al minuto. Tre anni dopo Parson realizzò una rivoluzionaria turbina con stadi ad alta e bassa pressione di vario diametro, in modo da sfruttare al massimo il flusso di vapore. Via via che diminuiva di pressione passava a rotori sempre più grandi, ottimali per sfruttarne al massimo l'energia cinetica residua. Persi temporaneamente i suoi brevetti per questo tipo di turbina definita 'a flusso assiale', tornò ad occuparsi di quella 'a flusso radiale', finché non ne tornò in possesso nel 1893. Dopo aver realizzato potenti turbogeneratori elettrici s'interessò dell'adozione della turbina a vapore come motore navale.

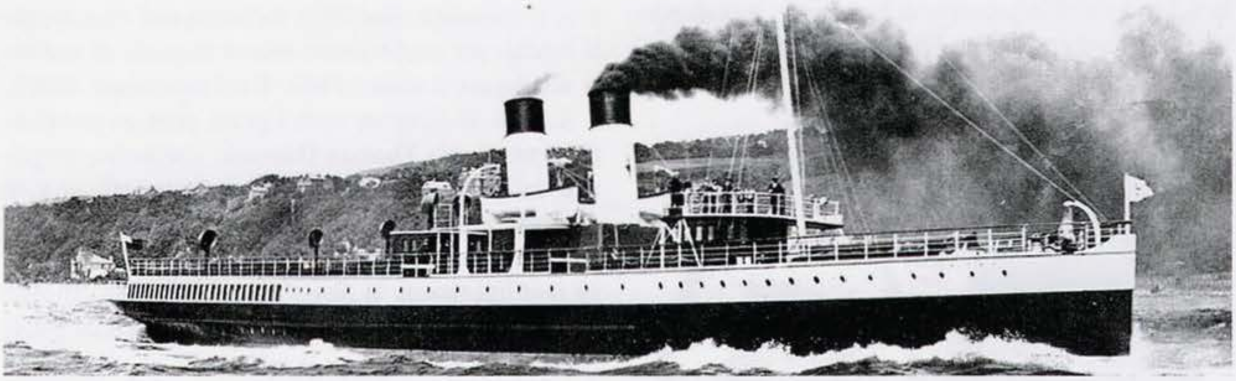
Costruì allora una piccola nave di appena 44.5 tonnellate di dislocamento, che battezzò *Turbinia*, la cui propulsione fu affidata a delle turbine a vapore. Le prove dell'imbarcazione: "si erano protratte per diversi anni, perché non si riusciva a conciliare l'alto numero di giri, proprio del tipo di macchina, con quello molto più basso che deve fare un'elica marina per produrre una spinta accettabile e ridurre al minimo l'effetto della cavitazione. Alla fine con tre turbine e tre linee d'assi, su ognuna della quali erano mon-

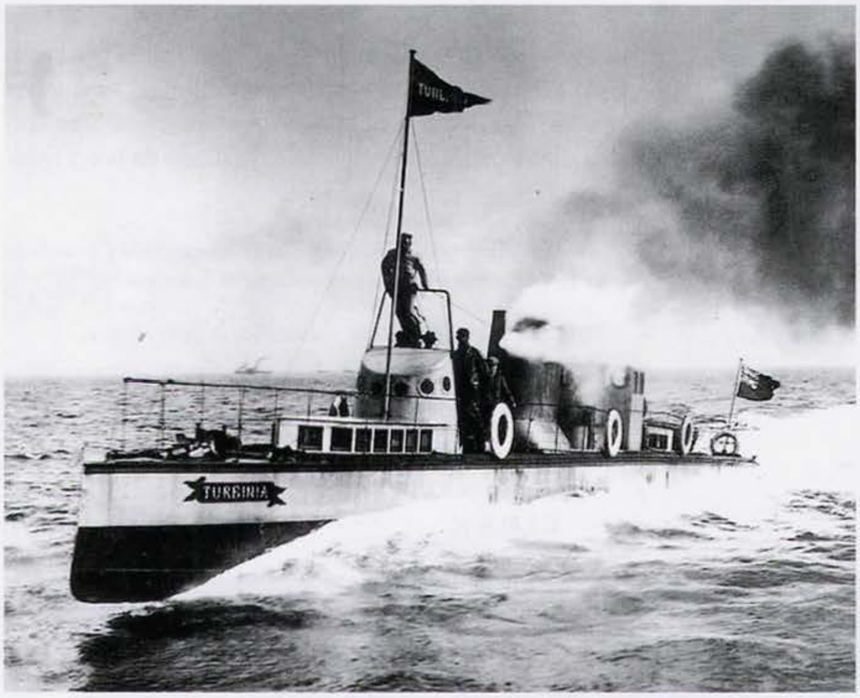
tate tre eliche, di superficie molto maggiore di quella di un'elica normale, la perdita di spinta fu ridotta al minimo e la *Turbinia* riuscì a superare i 30 nodi."[37]

La presentazione ufficiale della piccola nave fu quanto mai plateale: non invitata intervenne alla Rivista navale, indetta per il Giubileo di diamante della regina Vittoria a Spithead, tenutasi nel giugno del 1897. In particolare, la *Turbinia* s'intrufolò a grande velocità tra le poderose navi da guerra, irritando

37 Da A.A.VV., *Storia della Marina*, Milano 1978, vol. II, p. 410.

In alto: *rotore di turbina a vapore di un vecchio cacciatorpediniere.*
In basso: *moderna turbina a vapore per centrale termoelettrica.*





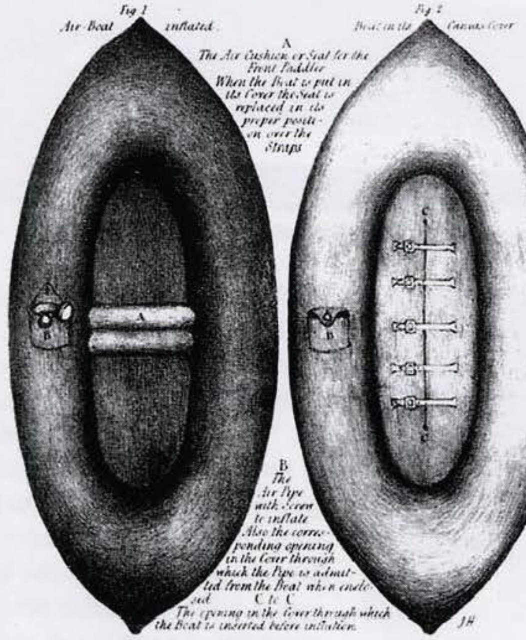
l'ammiraglio preposto alla cerimonia, che ordinò subito alle motovedette di raggiungere l'intruso e fermarlo. Il tentativo si rivelò del tutto assurdo filando il provocatore a una velocità di gran lunga superiore, dimostrando così la validità dell'invenzione in ambito militare.

Pertanto nei mesi successivi "l'Ammiragliato estremamente interessato al nuovo tipo di propulsione ordinò a Hawthorn Leslie, nel giugno del 1898, il primo caccia a turbine: il *Viper*, progettato per 31.5 nodi, ne raggiunse 37.1 sul miglio misurato; il *Cobra*, ottenuti 34.8 nodi fu subito acquistato dall'Ammiragliato."[38] Le due navi, curiosamente, ebbero ambedue una breve esistenza: "il *Viper*, appena entrato in servizio, finì su alcuni scogli spezzandosi in due; eguale sorte, prima ancora di essere armato, ebbe il *Cobra* che lamentò anche parecchie perdite umane. La perdita di queste due unità era da attribuirsi a debolezze strutturali, ma subito qualcuno preferì imputarla alle turbine. Si indagò sulla cosa e, naturalmente, nulla fu trovato; comunque si acquisirono dati preziosi che, specie per quanto attiene la necessaria robustezza degli scafi, furono utilizzati nella costruzione delle successive unità."[39] La tragica sorte delle due navi e le conseguenti critiche più o meno pretestuose, non modificarono tuttavia la propensione verso l'adozione delle turbine nella propulsione delle navi da guerra tant'è che pochi anni dopo, sul finire del '900 furono costruite alcune cacciatorpediniere equipaggiate con macchine a turbine. Nel 1901 fu costruita pure la prima nave mercantile a turbina, la *TS King Eduard*, 122 e nel 1905 la *Royal Navy* fece sapere che tutte le navi da guerra che avrebbe fatto approntare nel futuro sarebbero state a turbine.

In alto: *la King Eduard in navigazione.*
In basso: *la veloce Turbinia in navigazione.*

38 Da AA.VV., *Storia della Marina*, Milano 1978, vol. II, p. 410.
39 Da AA.VV., *Storia della Marina*, Milano 1978, vol. II, p. 410.

Quanto alla *Turbinia* ridotta in due tronconi da una collisione con una nave appena varata sul fiume Tyne nel 1927, fu pietosamente restaurata negli anni '60 e collocata nel Museo dei Mezzi Militari, già Museo della Scienza e dell'Ingegneria di Newcastle, includendola nella lista della *National Historic Fleet.*



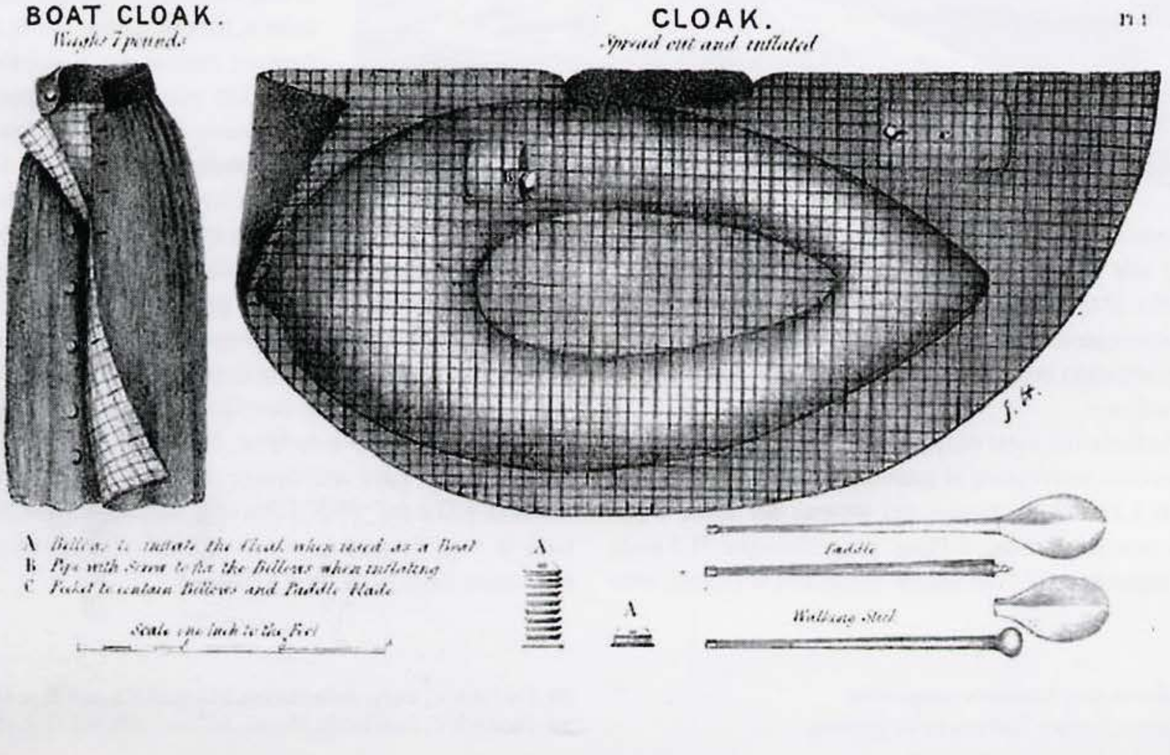
Il battello pneumatico

Nel 1838 Charles Goodyear mise a punto il processo di vulcanizzazione della gomma, rendendola resistente e, al contempo, flessibile, fornendo così un materiale inedito per confezionare tessuti in grado di resistere all'acqua e a tenuta d'aria. Già l'anno dopo, infatti, il duca di Wellington testò i primi pontoni pneumatici precedendo Thomas Hancock, che aveva progettato delle imbarcazioni gonfiabili la cui efficacia fu descritta in una sua pubblicazione appena posteriore.[40] L'idea, quale che ne fosse la validità, non poteva non interessare la *Royal Navy,* e un suo ufficiale Peter Halkett, infatti, ideò nel 1845 una barca pneumatica, che da lui prese il nome, che va considerata in sostanza un antesignano gommone. Il suo criterio informatore era assolutamente originale e si appoggiava a un'altra recente invenzione ottenuta utilizzando un tessuto gommato, l'impermeabile. Questo, che nella foggia più elementare appariva come una sorta di poncho, era confezionato in modo da poter esse-

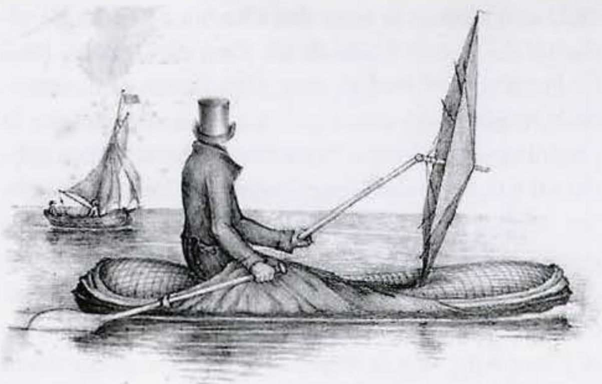
40 Cfr. T. HANCOCK, *Origin and Progress of the Caoutchouc or India Rubber Manufacture in England,* London 1857.

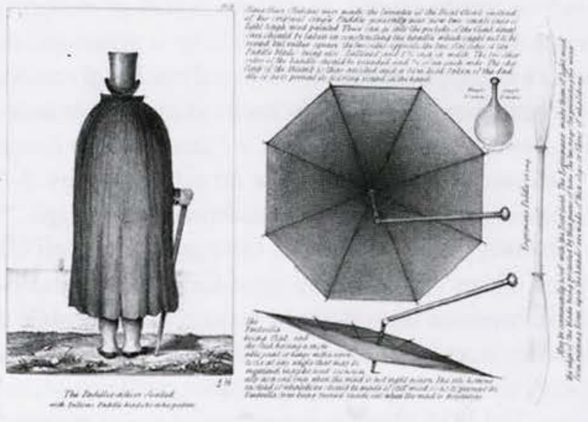
In questa pagina: *il canotto pneumatico di Peter Halkett.*

Nella pagina a fianco, in alto: *lo stesso indossato come soprabito e in navigazione col suo ombrello-vela.*



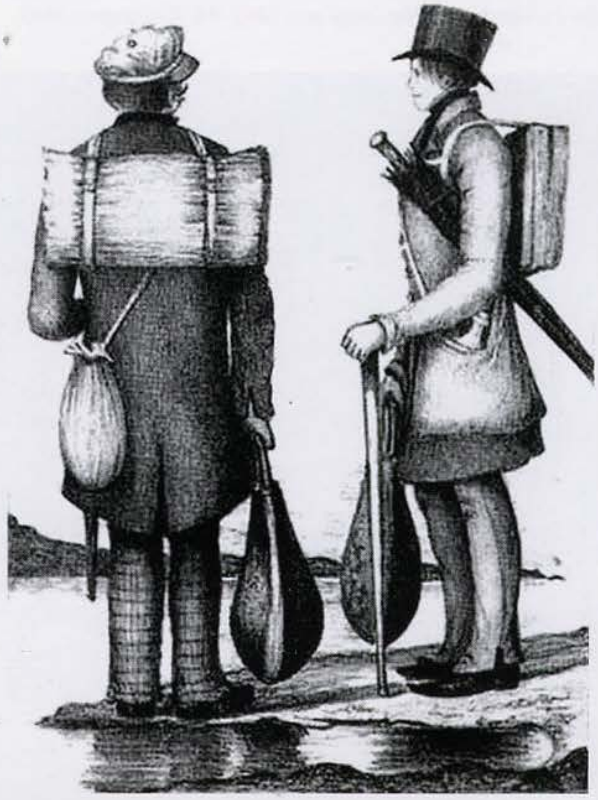
re gonfiato tramite una apposita tasca a soffietto, ed un bastone di legno a esso solidale, staccato dalla sua sede fungeva da pagaia, mentre uno strano ombrello, quando spiegato, fungeva da vela. Il tutto fu poi dallo stesso Halkett trasformato in uno zaino, che spiegato e gonfiato diveniva una barca per due uomini, ciascuno dotato di una pagaia, mentre sgonfio fungeva da telo impermeabile, ottimo per sdraiarsi su di un terreno bagnato. Come di prammatica, i suoi superiori, nella persona del primo segretario dell'Ammiragliato, esaminata la singolare barca gli notificarono: "Signore sono del parere che la vostra invenzione sia estremamente intelligente e geniale, utile certamente per le esplorazioni topografiche, ma a mio avviso del tutto inapplicabile alle generiche funzioni dell'attività navale".[41] Ma fortunatamente per Halkett, l'esploratore John Franklin, dopo aver visto il battello, ne comprò un prototipo nel 1845 in previsione di una sua imminente spedizione: la fortuna però non gli arrise e nella tragica impresa perirono 129 uomini e affondarono due navi. Successive spedizioni vennero effettuate nel





41 La citazione é tratta da *La storia del gommone*, in *Nautica Report*, 06, 04, 2014.

In basso a sinistra: *ritratto di John C. Fremont, in una stampa coeva.*
In basso a destra: *ultima versione del soprabito canotto di Halkett.*



1842 e '43 lungo la pista dell'Oregon e poi tra gli affluenti del fiume Platte da un altro esploratore, John C. Fremont, 1813-1890, singolare figura di avventuriero, militare ed uomo politico, al quale durante la guerra di secessione il Presidente Lincoln aveva affidato il comando del Dipartimento del West, e poi primo comandante generale dell'Unione, che scrisse in merito a quel battello leggero e comodo da trasportare: *"Tra le cose più utili del nostro equipaggiamento vi era un bàttello di gomma indiana, lungo 18 piedi* [circa 6 m], *con la forma di una canoa di corteccia dei laghi del nord. I fianchi erano formati da due cilindri a tenuta stagna, di diciotto pollici di diametro* [circa 40 cm], *collegati con altri che costituivano la prua e la poppa. Al fine di ridurre il rischio di rottura e di sgonfiamento, i cilindri erano stati divisi in quattro diversi comparti ciascuno, e l'interno della barca risultava abbastanza capiente da poter ospitare 5-6 persone oltre a una massa considerevole di bagagli."*[42]

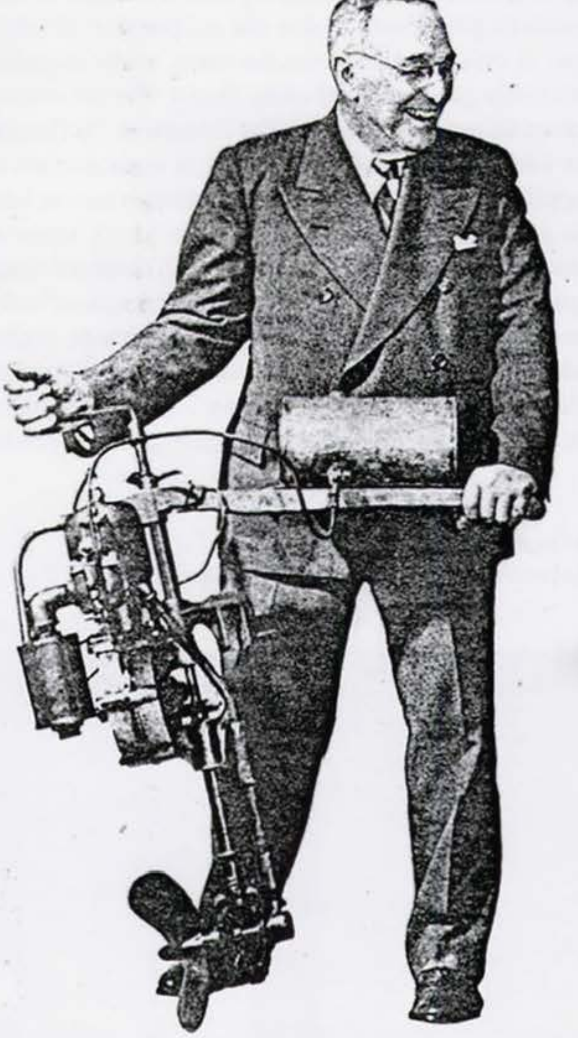
Tre anni dopo, il Generale George Cullum dell'*US Army Corps of Engineers* introdusse nelle dotazioni dell'esercito un battello in tessuto impermeabile e gonfiabile, utilizzato come pontone durante la guerra messicano-americana e poi durante quella di secessione. Nel 1855 comparvero numerosi tipi di gommoni pneumatici progressivamente più robusti ed affidabili, tant'è che nel 1866 quattro uomini a bordo di un'imbarcazione del genere riuscirono ad attraversare l'Atlantico. La tragedia del *Titanic*, con le sue tantissime vittime, provocate unicamente dalla mancanza di scialuppe in quantità adeguata, suggerì di rendere obbligatorio sulle navi un numero di barche di salvataggio tale da poter ospitare tutti i passeggeri e gli uomini di equipaggio. Ma un così cospicuo numero di scialuppe risultava d'ingombro eccessivo per qualsiasi nave, stimolando l'invenzione di zattere di salvataggio quadrate pneumatiche ma con pagliolato rigido che furono subito prodotte dalla Goodyear: essendo impilabili una sull'altra occupano poco spazio e risolsero così il problema, a partire dalle navi da guerra.

Il motore fuoribordo

Il battello pneumatico trovò il suo complemento ideale nel motore a scoppio fuoribordo, che poteva facilmente essere montato e rimosso tramite l'adozione di una piccola poppa di legno, trasformando così quella che era una sorta di canoa, in un vero motoscafo. Dal punto di vista storico il motore fuo-

42 La citazione è tratta da J. C. FREMONT, *La spedizione esplorativa per le Montagne Rocciose nel corso dell'anno 1842, e di Oregon e California del Nord negli anni 1843-'44,* Washington 1845.

In basso: *un canotto pneumatico Halkett.*
Nella pagina a fianco: *foto di Cameron Waterman con un archetipo del suo propulsore fuoribordo.*



ribordo, come unità motrice per piccole imbarcazioni, idonee di primo acchito soltanto ai remi, fu sperimentato agli inizi del '900 da un giovane studente di ingegneria dell'Università di Yale, Cameron Waterman. L'inventore ne costruì poi un prototipo più evoluto con un motore a benzina a quattro tempi, che riuscì agevolmente a vendere, convincendosi così della validità della sua idea. Tra il 1903-'05, anno in cui il motore fuoribordo venne da lui brevettato, proseguì la sua messa a punto definitiva, per cui nei successivi cinque anni ne furono costruiti migliaia. Ma il più avanzato ed affidabile motore fuoribordo, partendo da quel primo modello, fu elaborato dal norvegese-americano Ole Evinrude, nel 1909, che nel triennio seguente ne realizzò di innumerevoli, tant'è che il suo modello da 3 hp, fu esportato in tutto il mondo, consentendo così la motorizzazione anche alle imbarcazioni più piccole e, soprattutto, pneumatiche.

Il periscopio

Prima che le minuscole telecamere fossero disponibili per effettuare ispezioni all'interno di cavità naturali ed artificiali sotterranee, quali a esempio condotte d'acqua, fogne, serbatoi, tombe in aree archeologiche, l'unico strumento che le consentiva era un piccolo periscopio, definito per questo impiego verso il basso anche 'iposcopio'. Si trattava in generale di una sottile sonda, munita alle due opposte estremità di prismi per la riflessione a 90° e di lenti per la raccolta e visione delle immagini, come in un normale cannocchiale. Mentre l'osservatore restava all'esterno, il periscopio gli consentiva di visionare mediante un foro, di piccolo diametro, la cavità nella sua interezza, semplicemente ruotandolo di 360°. Il criterio di poter vedere restando al di fuori, funzionava anche all'inverso, ovvero di poter osservare l'ambiente esterno a 360° restando all'interno di una particolare struttura, per lo più blindata e a prova di proiettile, operazione che presupponeva un rischio mortale qualora effettuata direttamente dall'esterno. Era questo il caso che si verificava nei bunker o nelle trincee, quando venirne fuori, o far sporgere anche soltanto la testa, poteva implicare la morte, come pure nei carri armati, per una ragione del tutto simile, o ancora, applicazione di gran lunga più nota per le miriadi di pellicole cinematografiche relative, nei sommergibili per scrutare la superficie del mare e per attaccare il naviglio nemico restando completamente immersi e quindi invisibili.

Uno strumento dalle moltissime applicazioni, in un verso o nell'altro, ma sostanzialmente simile per costruzione e criterio informatore, dai più semplici ai più complessi. Ed è interessante constatare che, al di là delle varie paternità più o meno affette da evidenti nazionalismi, quella più sicura e certa è l'italiana. Stando ai documenti disponibili, infatti, l'inventore fu un ingegnere del Genio Navale, Gioacchino Russo, 1865-1953, originario di Catania, che alla competenza professionale unì pure un interesse per la politica, divenendo deputato nel 1919 nella XXV legislatura, e poi ancora nel 1924 essendo rieletto. Aderito al fascismo nel 1929, fu nominato senatore del Regno d'Italia, assumendo l'incarico di sottosegretario di Stato al Ministero della Marina tra il 1929 e il 1933.

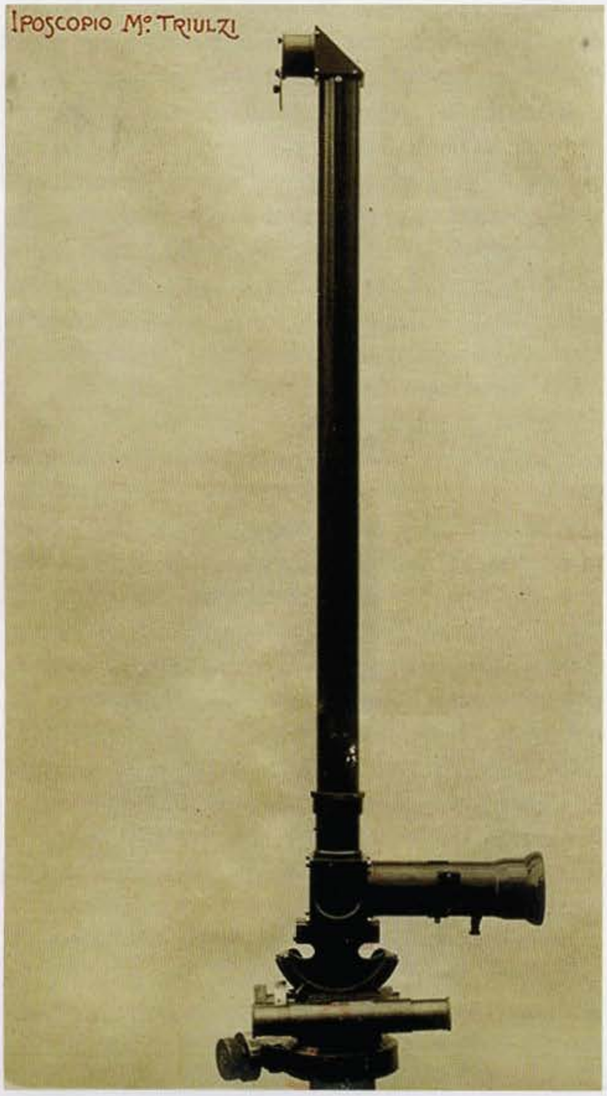
La laurea in ingegneria civile l'aveva conseguita nel 1887 presso il Politecnico di Torino, all'epoca ancora denominato Scuola d'Applicazione per Ingegneri, e ammesso tramite concorso al Corpo del Genio Navale, conseguì una seconda laurea in ingegne-

ria navale e meccanica a Genova, titolo che gli dava le necessarie competenze per la progettazione delle navi da guerra. Negli anni seguenti pubblicò testi scientifici che testimoniano la sua indubbia preparazione e nel 1896 costruì il suo *cleptoscopio*, uno stretto precursore del periscopio, destinato a fornire ai sommergibili la capacità di esplorare in immersione la superficie marina.[43]

Dal punto di vista tecnico il periscopio deve risultare idoneo à una visione il più possibile analoga a quella naturale fornita dall'occhio, senza deformazioni o aberrazioni di sorta, per cui deve avere un piccolo ingrandimento, un campo considerevole e una nitidezza massima. Suo criterio informatore è di deviare i raggi luminosi mediante due specchi o prismi, di 90°, come accennato, posti tanto all'obiettivo quanto all'oculare. Il primo, poi, è realizzato in maniera da poter ruotare oltre che nel piano orizzontale per la visione panoramica del mare, anche in quello verticale per quella del cielo, fino a 90°, per evitare attacchi aerei improvvisi. Fra l'obiettivo: "e l'oculare è interposto un tubo di lunghezza varia secondo le applicazioni, il quale ha spesso diametro minore nella parte alta e diametro maggiore in basso; lungo di esso il fascio luminoso ricevuto dall'obiettivo viaggia passando attraverso più o meno complessi sistemi di lenti, intesi a condurlo nelle richieste condizioni d'ingrandimento e di chiarezza fino all'occhio dell'osservatore. Nel periscopio i fascetti luminosi entrano paralleli e devono uscire paralleli perché

43 Tra le sue pubblicazioni più rilevanti spicca G. RUSSO, *Manuale di architettura navale: ad uso degli Ufficiali della Marina*, Torino 1905.

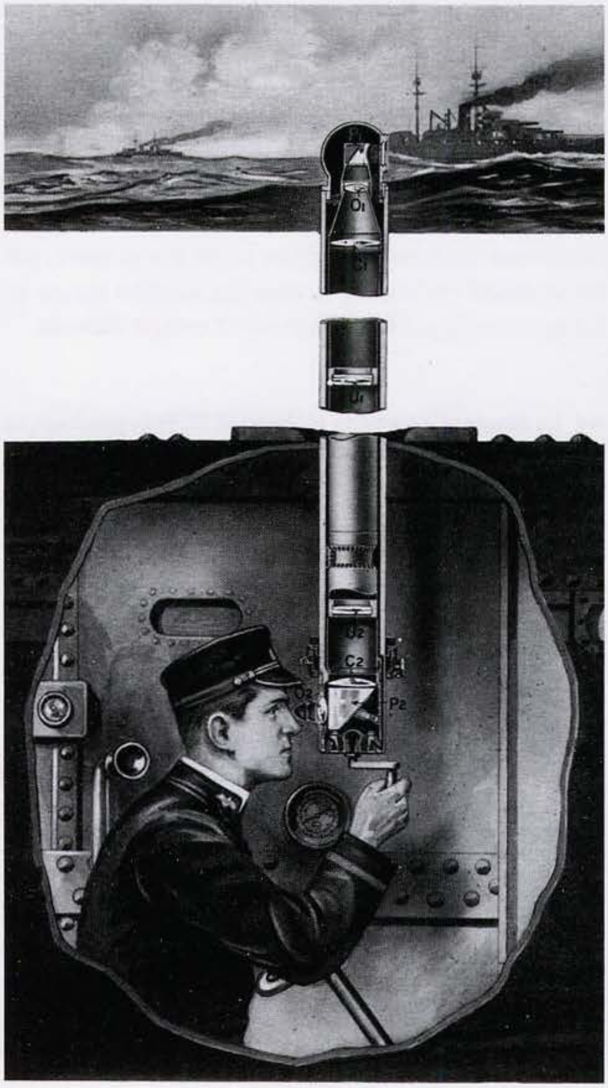
In basso a sinistra: *iposcopio Triulzi.*
In basso a destra: *un iposcopio per impiego archeologico.*



l'occhio dell'osservatore non si affatichi; è necessario perciò, fra l'altro, che i fascetti di luce uscenti riempiano interamente la pupilla dell'osservatore. Così l'oculare, che si dice anche "pupilla d'uscita", contrapposta alla "pupilla di entrata", si deve avvicinare al diametro della pupilla umana, il quale in media, al cadere della notte, è di 6 mm; si va così dai 4 ai 7 mm, ma, per diametri più grandi, occorre affrontare maggiori difficoltà per l'ingrandirsi di certi difetti del sistema ottico, fra i quali la digradazione della chiarezza dal centro alla periferia. Un conveniente dispositivo permette all'occhio dell'osservatore di fermarsi a una distanza dall'ultimo sistema di lenti, tale che in esso si venga a localizzare la pupilla di uscita...

In basso a sinistra: *disegno schematico di periscopio di sommergibile.*
In alto a destra: *un iposcopio bioculare da trincea ripetutamente colpito.*
In basso a destra: *il presidente Kennedy al periscopio di un sommergibile.*

Un periscopio per sommergibile è generalmente costituito da un tubo di lunghezza complessiva assai variabile, dai 2 fino ai 14 m secondo il tipo dell'unità sulla quale dev'essere impiegato e secondo il servizio che è destinato a compiere. Nei periscopi a due diametri la maggior parte della lunghezza del tubo ha un diametro costante da 150 a 180 mm; però nella parte superiore, presso alcuni costruttori per circa 50 cm, ma in Italia per quasi 1 m di lunghezza, il diametro si restringe notevolmente, fino anche a 28 mm in alcuni casi. L'adozione di un certo diametro massimo è dovuta sia alla necessità di ridurre il numero delle lenti impiegate sia a quella di ottenere dall'apparecchio la resistenza meccanica occorrente per impedirne le vibrazioni, ma specialmente la flessione, per la resistenza opposta dall'acqua quando il sommergibile è in movimento; si tende però a non aumentare oltre lo stretto necessario questo diametro, sia per ragioni di peso sia per non aumenta-



re la resistenza al moto del sommergibile. La necessità poi della riduzione del diametro alla sommità è dovuta alla scarsa visibilità che occorre dare alla parte del periscopio che emerge dall'acqua, sia per sé stesso sia per la scia che il suo spostamento determina sulla superficie del mare. Questa riduzione di diametro dell'estremità superiore provoca sempre difficoltà nella determinazione delle caratteristiche ottiche del sistema, e quindi nello studio dell'apparecchio...

Sui sommergibili si distinguono i periscopi di osservazione o d'esplorazione, che fanno capo alla camera di manovra e sono rientrabili senza corrispondente movimento dell'osservatore, dai periscopi di attacco, i quali fanno capo alla torretta per permettere d'impiegarli, mantenendo la coperta del sommergibile a maggiore profondità sotto acqua e assicurare così maggior garanzia di buon governo in caso di mare agitato e minore visibilità dagli aerei. I periscopi d'attacco, che hanno il diametro minimo più piccolo di quello dei periscopî di esplorazione, devono permettere lo spostamento simultaneo dell'osservatore per una buona parte della corsa di rientramento, in modo che l'osservatore possa seguire le variazioni di quota del sommergibile mantenendo sempre l'obiettivo in affioramento. I periscopî di esplorazione hanno anche di solito la visione zenitale per la scoperta degli aerei; quelli di attacco hanno un movimento del prisma dell'obiettivo solo da −10° a +20°...

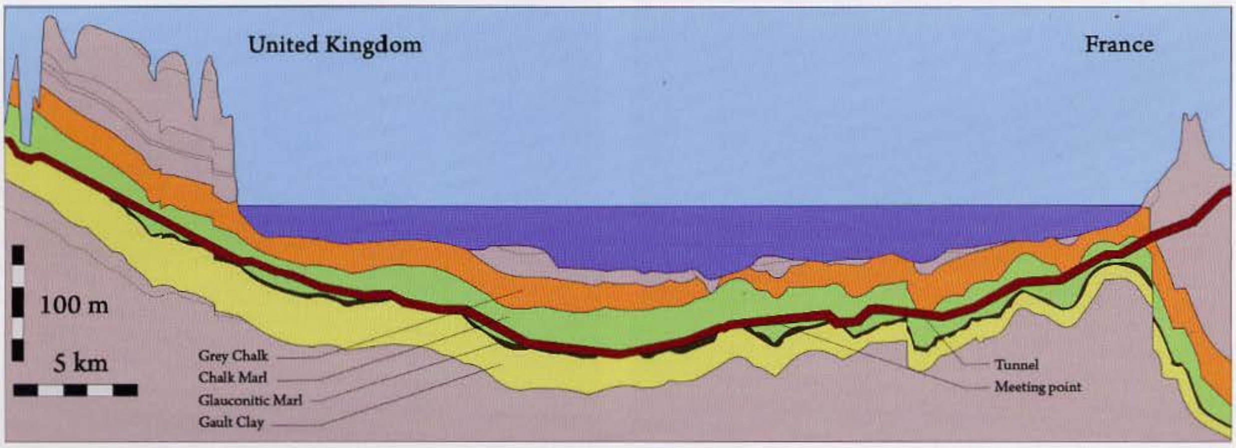
La parte inferiore del periscopio, alla quale sono applicate due maniglie per far ruotare l'apparecchio, porta una scala graduata esterna fissa per stabilire l'angolo di rilevamento dell'oggetto che si osserva; una porzione di questa scala è visibile nell'interno, per leggere l'angolo senza staccare l'occhio dall'oculare. I periscopî moderni hanno a tale effetto una linea fissa nello spazio che si confronta con la graduazione di una ripetitrice di bussola giroscopica riportata nell'interno della testa dell'apparecchio. Nel fuoco con l'immagine dell'oggetto si osservano pure scale graduate verticali e orizzontali, per mezzo delle quali si possono valutare le dimensioni dell'oggetto; un reticolo orizzontale costituito da due fili paralleli spostabili permette di misurare con una certa approssimazione la distanza di un oggetto, quando ne sia nota l'altezza: si possono così avere misure telemetriche."[44]

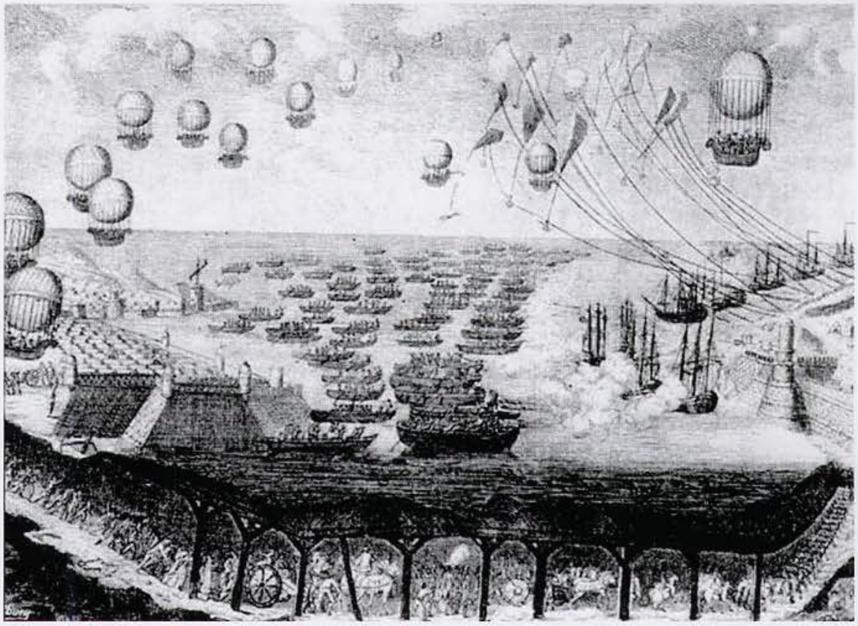
Gallerie sottomarine e camere di decompressione

Nel 1994 è entrato in servizio il tunnel che collega la Francia alla Gran Bretagna, correndo sotto il Canale della Manica, per circa 50 km, al momento il traforo sottomarino più lungo al mondo. Per quanto strano possa sembrare la sua ideazione, che ebbe numerosi avvii ed altrettante sospensioni, risale alla prima metà dell'800 e il segmento di scavo più lungo, circa 1600 m dalla parte di Dover, fu realizzato nel 1882 e nel 1887, venendo sospeso ancora una volta per motivi militari, ovvero la paura che quel lunghissimo budello potesse trasformarsi in strada maestra per l'invasione dell'Isola! Nonostante le tante perplessità, dettate da una ragione o dall'altra, la più condivisa era fomentata dalla paura che il mare, per un qualsiasi cedimento strutturale, sarebbe potuto irrompere nella galleria allagandola completamente.

44 La citazione è tratta da H. PARISELLE, *Le périscope*, in *Revue maritime*, 1° sem. 1920. Inoltre per approfondimenti cfr P. MARTINEZ, *Sulla costituzione dei periscopi e sulle loro qualità ottiche*, in *Rivista marittima*, 3° trim. 1923.

In basso: *sezione geologica del tunnel sotto la Manica.*

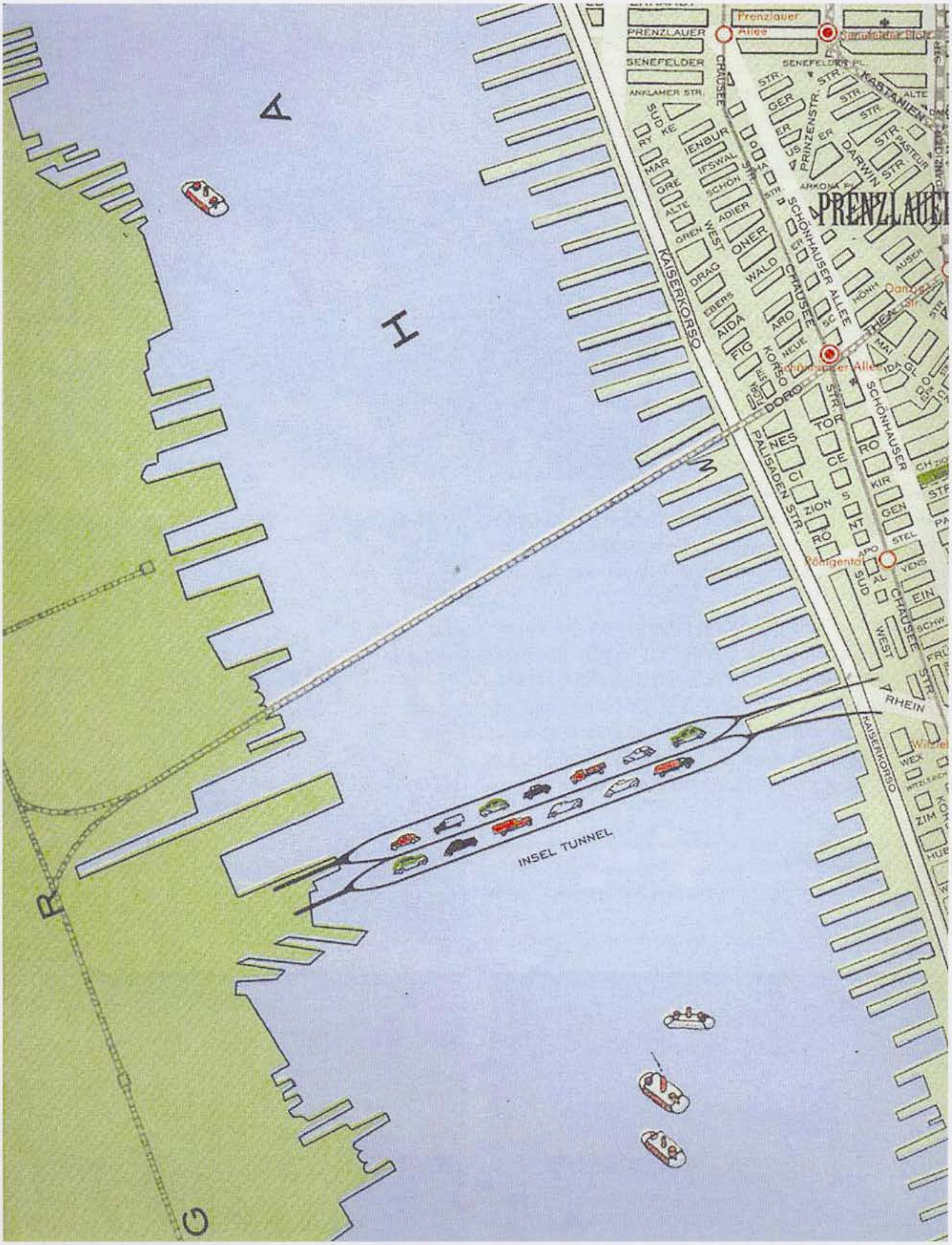




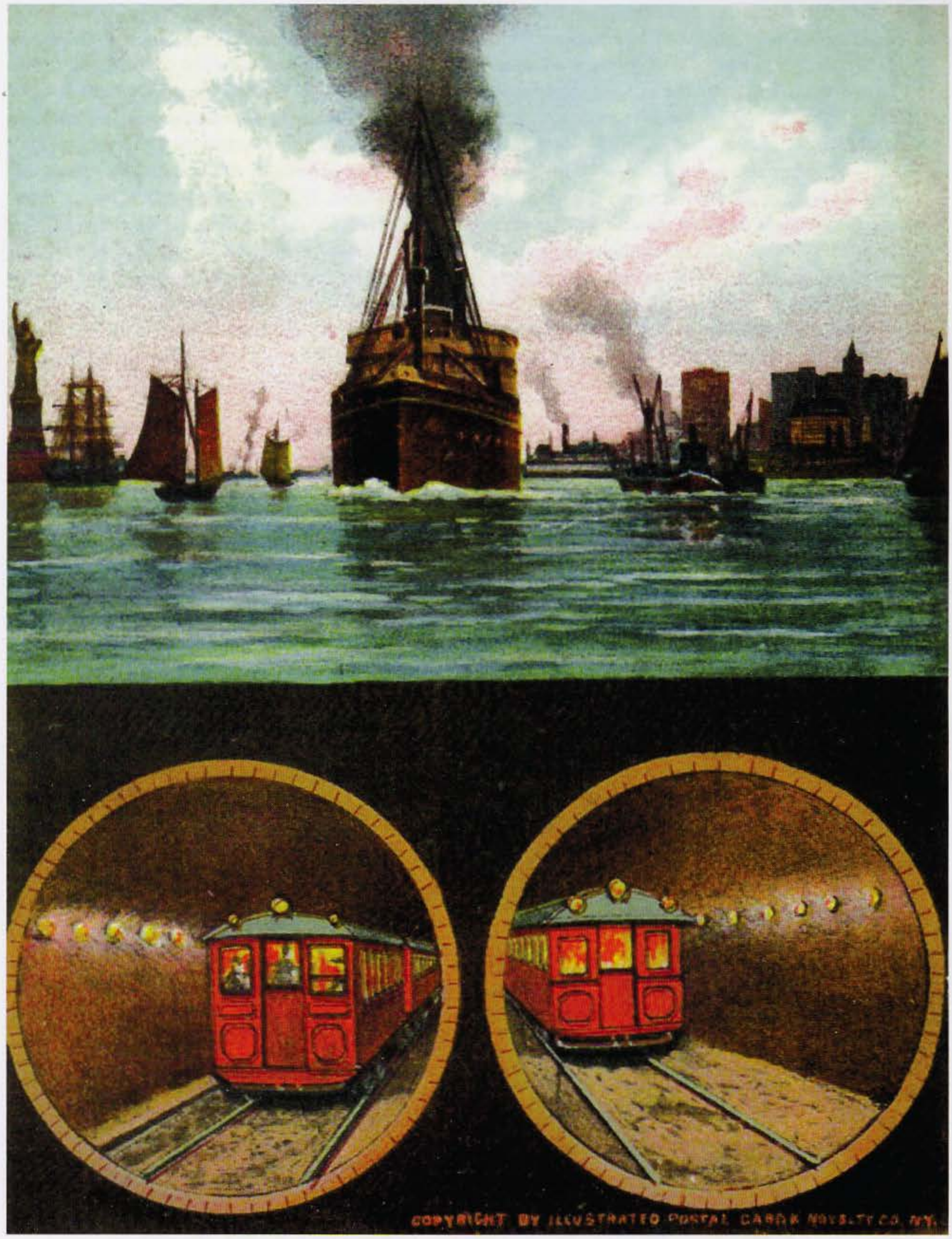
Eppure quando nel 1882 se ne intraprese lo sfortunato scavo, le gallerie subacquee vantavano già due precedenti significativi: la galleria sotto il Severn, iniziata nel 1873 e completata nel 1886, lunga circa 7 km, e la galleria sotto il fiume Hudson a New York, cominciata nel 1874 e terminata soltanto nel 1908 soprattutto per difficoltà economiche. Nella prima, però, si verificò un grave disastro nel 1879, quando venne intercettata una poderosa vena d'acqua, che pur non essendo la tanto paventata falla che introduceva le acque del sovrastante fiume nella galleria, in brevissimo tempo l'allagò completamente. Complesse e rilevanti furono allora le contromisure escogitate per evacuare l'acqua e poter riprendere i lavori che, tuttavia, sortirono l'effetto.

Alquanto diverso il sistema escogitato per la galleria neworkese, per la quale: "il progetto prevedeva la costruzione di due percorsi a sezione tubolare, ognuno di quasi 5 metri di larghezza e circa 5.5 di altezza, passanti quasi sempre in mezzo al limo; il fiume ha una larghezza di circa 1.600 metri. Lo scavo fu eseguito in una camera ad aria compressa

In alto: *stampa ottocentesca che raffigura una ipotetica invasione della Gran Bretagna attuata da cielo, da mare e da sotto terra.*
Al centro: *stralcio cartografico del tracciato del tunnel sotto il fiume Severn.*
In basso: *i resti del tunnel sotto la Manica avviato nel 1880.*



a una pressione di circa 2.5 atmosfere e fu necessario, per ragioni cliniche, l'uso di una camera di decompressione a livello del suolo in cui potere ridurre gradatamente la pressione atmosferica per evitare la malattia dei cassoni fra gli operai. In uno stadio successivo tre ingegneri inglesi in qualità di consulenti… introdussero uno scudo d'avanzamento in acciaio che veniva spinto in avanti da pistoni idrau-



lici mentre l'aria compressa allontanava l'acqua e i detriti in sospensione. Nella parte posteriore dello scudo, contro cui i martinetti potevano esercitare lo sforzo, anelli di ghisa formavano il rivestimento del-

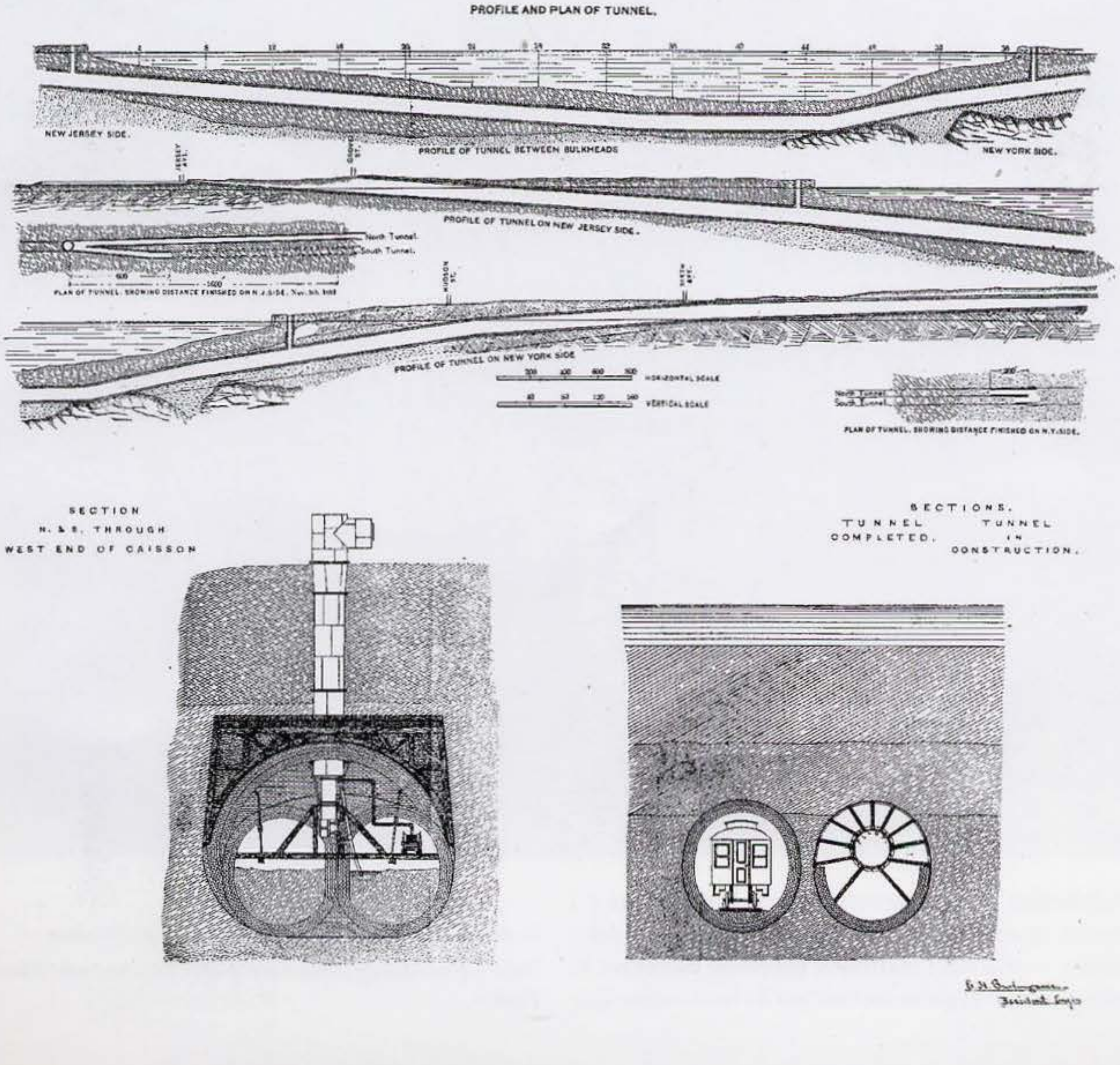
In alto: *le due gallerie affiancate del tunnel sotto l'Hudson.*

Nella pagina a fianco: *schema topografico del tunnel sotto il fiume Hudson.*

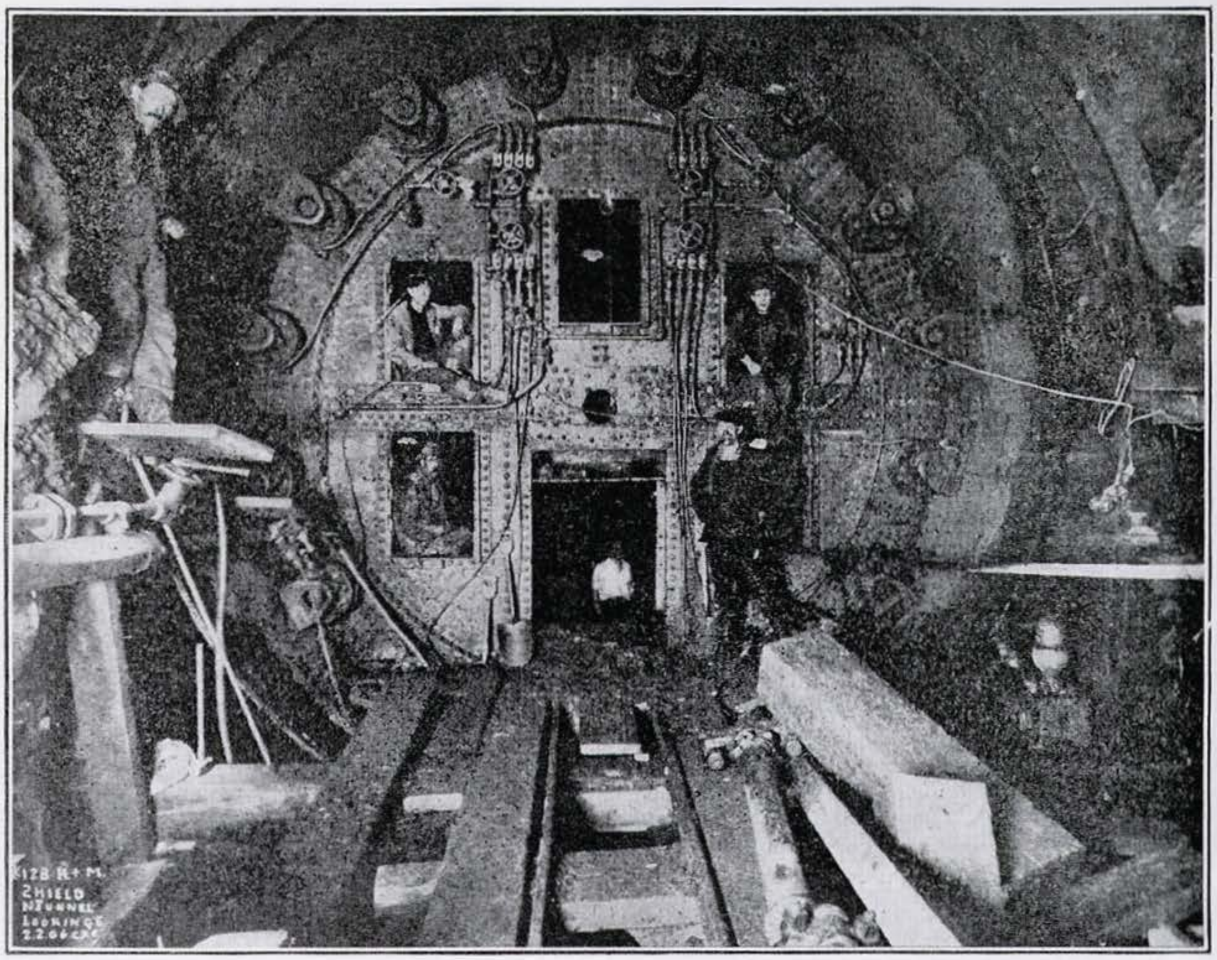
la galleria, presentando oltre al vantaggio della durata, anche quello della facilità di applicazione."[45]

L'utilizzo dell'aria compressa nei cassoni all'interno dei quali degli scavatori lavoravano, determinò ben presto il manifestarsi di una curiosa quanto gravissima sindrome, che nei casi peggiori portava al decesso in breve tempo e con atroci dolori: collegandone il suo insorgere all'attività, senza però capirne la causa, fu chiamata malattia dei cassoni. La vera causa di quella sindrome fu finalmente scoperta e descritta clinicamente nel 1878 dal fisiologo francese Paul Bert, 1883-1886. Nei suoi studi: "sugli effetti della pressione sulla fisiologia umana, Bert, affermò che la respirazione di aria pressurizzata fa entrare in soluzione l'azoto nel sangue e nei tessuti e che, fino a quando vi è pressione, l'azoto rimane in soluzione. Diminuendo rapidamente la pressione, come avveniva quando gli uomini uscivano dai cassoni, l'azoto ritornava allo stato gassoso troppo rapidamente per permettere al corpo di liberarsene in modo naturale e, perciò, nel corpo si formavano bolle di gas, causa della vasta gamma di sintomi che sono propri di questa malattia. Il flusso sanguigno verso un organo vitale bloccato dalle bolle può cagionare paralisi o provocare la morte. Bert raccomandò che i lavoratori dei cassoni venissero sottoposti ad una decompressione graduale e che risalissero lentamente in superficie. I suoi studi si tradussero in un immediato miglioramento della salute degli uomini dei cassoni, i quali notarono che il dolore diminuiva non appena,

45 La citazione è tratta da T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale...*, cit., p. 533.

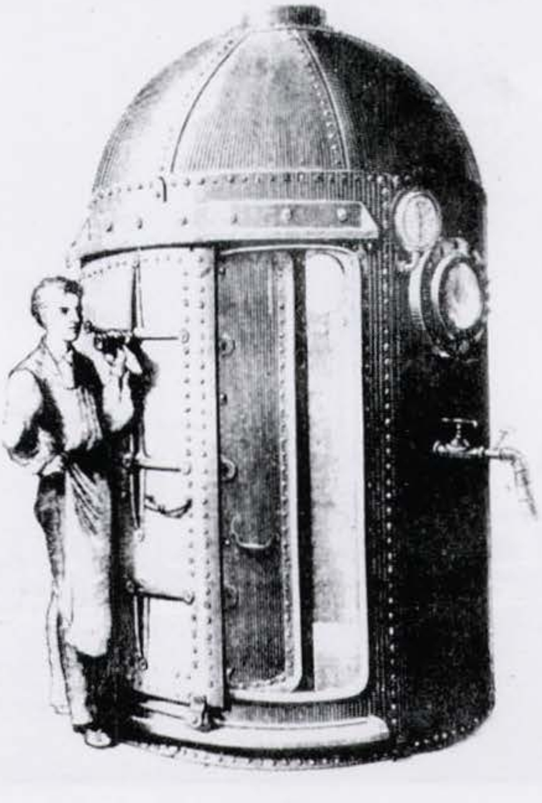


In basso: *sezioni esecutive delle gallerie binate sotto l'Hudson.*



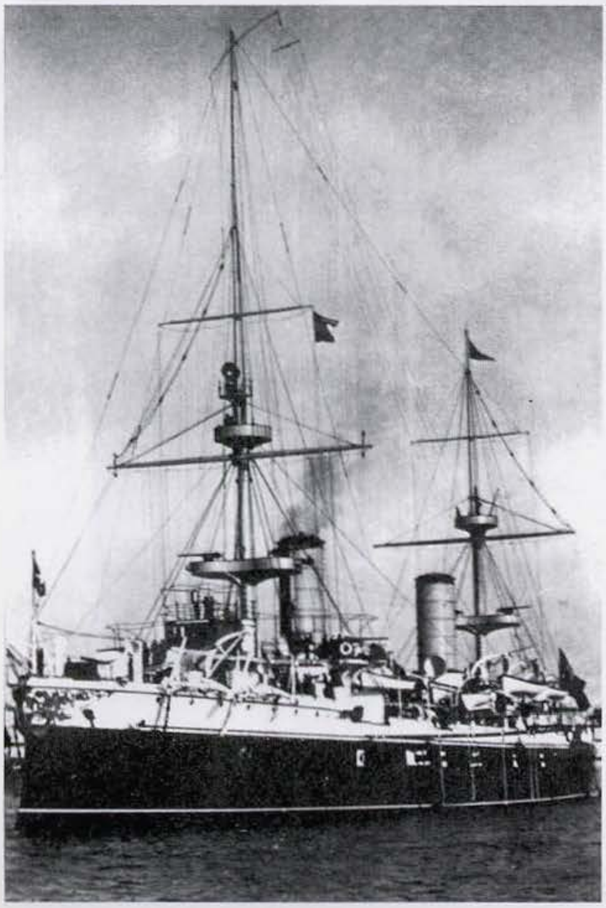
al comparire dei sintomi, ritornavano alla pressione dei cassoni. Nell'arco di pochi anni, le camere di ricompressione vennero posizionate vicino al posto di lavoro per controllare meglio le "bends"

La pressione delle camere si poteva aumentare o diminuire a seconda dei bisogni individuali. Uno dei primi successi della camera di ricompressione si ebbe nel 1879, anno nel quale fu costruito un tunnel tra New York ed il New Jersey. Fu, questo, il primo tentativo di costruzione di un tunnel per la metropolitana sotto il fiume Hudson. L'impiego della camera ridusse di molto il numero dei casi gravi e dei decessi provocati dalle "bends."[46]



46 La citazione è tratta da una pubblicazione *on line* del Centro Europeo di Formazione Professionale, inerente all'attività subacquea dal titolo, *Storia dell'Immersione,* parte seconda, *La malattia misteriosa,* http://www.cedifop.it/appunti.htm.

In alto: *una rarissima foto dei lavori di scavo del tunnel sotto l'Hudson.*
In basso: *una rudimentale camera di 'ricompressione'.*



Le camere di ricompressione, che diverranno in seguito di decompressione, risultano quindi già usate nel tunnel di New York, magari nella forma più rozza e approssimata ma non molto dissimile da quella che riceveranno nel 1916, anno della loro ufficiale invenzione. In particolare la camera di decompressione come oggi è concepita, quindi agevolmente trasportabile e collocabile a bordo di imbarcazioni e navi fu inventata da un palombaro, Alberto Gianni, 1891-1930, in seguito deceduto in un grave incidente durante un tentativo di recupero subacqueo da parte della nave *Artiglio*. Tutte le marine militari se ne dotarono rapidamente perfezionandole ulteriormente, riducendo così i rischi per i subacquei.[47]

La radio in mare

Guglielmo Marconi, 1874-1937, dopo aver brevettato la sua scoperta sulla trasmissione telegrafica senza fili nel 1896, continuò per altri dieci anni ancora gli esperimenti per riuscire a ottenere delle trasmissioni transoceaniche e, finalmente, nel 1907 inaugurò il primo regolare servizio pubblico di radiotelegrafia da una parte all'altra dell'Atlantico. Va ricordato che le esperienze effettuate da Marconi sulle trasmissioni di telegrafia senza fili avviatesi nel golfo di La Spezia, tra la stazione di San Bartolomeo e il rimorchiatore R8, e l'incrociatore Carlo Alberto in navigazione oceanica, avvennero sotto l'egida della Marina Militare con cui lo scienziato mantenne sempre un rapporto stretto e privilegiato, entrando a un certo punto a far parte dei suoi Ufficiali. La Marina dal canto suo fu beneficiata dell'uso gratuito dei suoi brevetti, per cui poté organizzare le prime linee di costruzione dei nuovi impianti radio e istituire apposite scuole per gli operatori, fornendo così un basilare supporto allo sviluppo della radiotelegrafia. Si costituì allora l'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della Regia Marina, con sede a Livorno, attualmente denominato *Mariteleradar*.

47 Per ulteriori approfondimenti cfr. D. OLIVARI, *Storia delle teorie decompressive, da Haldane alle nuove tabelle US Navy*, pubblicazione on line 26.01.2013, pp. 10 e sgg.

In alto: *fotoritratto del prof. Paul Bert.*

In alto: *il Regio Incrociatore Carlo Alberto, della Marina da Guerra Italiana.*

Nella pagina a fianco: *giugno 1912, una nuova grande fabbrica di apparecchiature radio viene insediate in poche settimane dando lavoro a diverse centinaia di maestranze.*

Ovviamente già da qualche anno la radio aveva reso possibile anche ai transatlantici in navigazione di comunicare con la terraferma e fra di loro, per cui era stata stabilita una precisa sequenza telegrafica, tre punti, tre linee e tre punti, quale segnale di richiesta immediata e impellente di aiuto, volto a far convergere verso l'unità che l'aveva lanciato chiunque fosse nei paraggi, alla massima velocità.

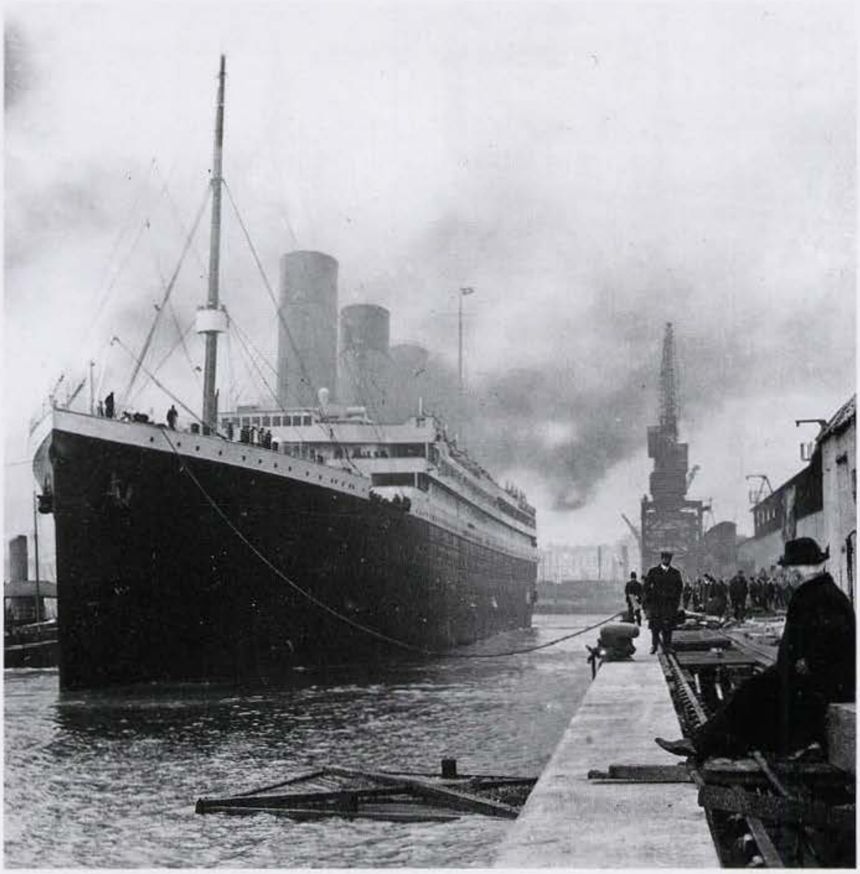
La sequenza fu adottata, o per lo meno individuata e parzialmente condivisa da numerosi Stati, nel corso della Seconda conferenza radiotelegrafica internazionale tenutasi a Berlino nel 1906. Non a caso era stato proprio il governo tedesco a introdurla, per la sua immediata identificazione anche da parte di principianti, senza assegnarle però un preciso significato letterale, essendo inizialmente assimilabile piuttosto al susseguirsi dei fischi di sirena in caso di pericolo. In un secondo momento si realizzò che nel codice Morse quei punti e quelle linee corrispondevano alla sigla SOS, segnale che andò a sostituire per la sua estrema facilità di trasmissione il precedente CQD. La disposizione una volta accettata universalmente entrò in vigore ufficialmente il 1° luglio del 1908, sebbene per alcuni anni ancora i vari radiotelegrafisti continuassero a usare la precedente sigla, e l'adozione dell'SOS si impose soltanto dopo la tragedia del Titanic, il 15 aprile 1912, durante la quale venne lanciato senza interruzione il nuovo segnale di soccorso. In seguito l'SOS diverrà un acronimo più o meno plausibile: Salvateci O Soccombiamo, Soccorso Occorre Subito, Save Our Ship, ecc.

Sebbene la vicenda del telegrafista Jack Phillips, rimasto al suo posto intento a trasmettere la richiesta di soccorso e la posizione della nave, fin quando non fu più possibile farlo per mancanza di energia, e non fu più nemmeno per lui possibile porsi in salvo pur essendo già da qualche ora autorizzato dal comandante a lasciare la nave, si associò nell'immaginario collettivo al nuovo segnale e a quel suo terribile debutto: ma l'affondamento del grande transatlantico non fu però la prima impellente richiesta di soccorso via radio lanciata in mare.[48]

Infatti già nel 1909, per l'esattezza il 23 gennaio, il servizio di soccorso era stato avviato da un altro transatlantico in procinto di affondare, l'americano *Republic*, speronato dal piroscafo italiano *Florida*. Nella circostanza il radiotelegrafista, tal Binns, che lavorava per la *The Marconi Company Ltd.*, l'azienda britannica fondata dallo stesso Marconi nel 1897, continuò a lanciare, ripetendolo, per quasi 14 ore, il segnale di soccorso[49], fin quando non ebbe la certezza che era stato ricevuto dal radiotelegrafista del piroscafo *Baltic,* e da quello ritrasmesso, mentre la nave cambiata rotta dirigeva a tutta forza verso di loro per il salvatag-

48 Sull'affondamento del Titanic sono state scritte intere biblioteche, questi alcuni volumi: G. ANANIA, *Royal Mail Steamer Titanic. Dal cantiere all'oceano,* Trieste, 2012; J. P. KELLER, *Sul ponte del Titanic,* Milano 1997; W. LORD, *Titanic: la vera storia,* Milano 1998.

49 La *The Marconi Company Ltd.* fu il nome dato nel 1963 all'azienda fondata dallo stesso Marconi, dopo il pieno riconoscimento del suo brevetto sulla radio, nel 1897 col nome di *The Wireless Telegraph & Signal Company* detta pure *Wireless Telegraph Trading Signal Company,* che pochi anni dopo mutò in *Marconi's Wireless Telegraph Company.*



gio. Tutti i passeggeri furono così trasbordati e all'indomani a New York Binns venne festeggiato, incrementando così la fama dello scienziato italiano, che proprio in quell'anno ricevette a Stoccolma il premio Nobel per la fisica.

Anche il festeggiamento di Binns fu per molti versi l'anticipazione di quello che verrà tributato dai superstiti del *Titanic* a New York, a Guglielmo Marconi, al quale donarono nella circostanza una targa d'oro in segno di riconoscenza. A sua volta lo scienziato conferì all'altro radiotelegrafista del *Titanic* salvatosi nella circostanza, un premio per essere rimasto anche lui al suo posto fin quando l'acqua aveva raggiunto il ponte superiore impedendo qualsiasi ulteriore trasmissione.

La rettifica del Sarno

Il fiume che nel primo secolo della nostra era (fino alla catastrofe vesuviana del 79) costituiva un sorta di porto canale di Pompei, sfociando nel golfo di Napoli[50], dopo una seria di tortuosi e pigri meandri che originavano una vasta area paludosa presso la foce, gode attualmente di notorietà solo per essere il più inquinato fiume d'Europa. Eppure il corso che oggi intravediamo, soffocato dai rifiuti e dai canneti selvaggi e infestanti, fino all'unificazione italiana era un limpido corso d'acqua, che le imbarcazioni potevano agevolmente risalire, utilizzando pure alcune conche di navigazione, e la cui acqua opportunamente derivata con dei canali andava ad azionare le ruote di numerosi mulini, e di un Polverificio fatto costruire a Scafati da Ferdinando II di Borbone, in sostituzione di quello di Torre Annunziata, che in epoca più recente diverrà invece uno Spolettificio, restando ancora attualmente uno stabilimento militare, sebbene adibito alla manutenzione dei mezzi dell'Esercito. Va ricordato che proprio per portare l'acqua come forza motrice a quest'ultimo derivandola dal Sarno, durante la costruzione del canale sotto la direzione dell'architetto Fontana tra il 1595-1600 si scoprirono i ruderi dell'antica Pompei, i cui scavi si avvieranno circa 150 dopo.

La costruzione del nuovo polverificio fu affidata al Colonnello Alessandro Nunziante, che si avvalse dell'aiuto dell'architetto Luigi Manzella e del chimico Filippo de Grandis[51]. Completati i lavori strutturali, ci si rese conto che la forza motrice disponibile, tratta dal corso delle acque del Sarno, risultava scarsa per l'alimentazione dei vari impianti, per cui si imponeva la rettifica del corso del fiume al fine di incrementarla. Per farsene un'idea basti considerare che la lunghezza del basso corso del Sarno dai 12 km di anse e meandri passava ai 5 km del nuovo alveo rettilineo, con un conseguente incremento della pendenza pari a due volte e mezzo l'esistente.

Ma una seconda ragione convergeva verso la medesima soluzione: le polveri prodotte dallo stabilimento di Scafati avrebbero potuto raggiungere agevolmente il mare, sul nuovo corso rettificato e reso navigabile del Sarno, senza percorrere alcuna strada interna e senza attraversare alcun centro abitato, evitando perciò di esporre le relative popolazioni a inutili rischi. Ma a rendere l'impresa ancora più complessa e contrastata contribuivano i diversi mulini schierati lungo il corso del fiume, che in maniera del tutto illegale avevano eretto delle chiuse e delle conche abusive, in modo da creare dei salti artificiali della corrente, indispensabili all'azionamento delle ruote. Ovviamente con i lavori di rettifica tutte quelle opere abusive avrebbero dovuto essere rimosse, sebbene, anche senza intervenire con la forza, la nuova direttrice dell'alveo artificiale le lasciava lontane dal corso del fiume, condannando i mulini alla demolizione. A un attento sopralluogo i mulini risultarono cinque, e per prevenire qualsiasi loro controversia, al profilarsi dei lavori di rettifica furono tutti chiamati in giudizio e condannati a rimuovere la opere abusive. Che ovviamente restarono al loro posto, tanto più che gli interessati rivolsero una petizione al re, implorandone un intervento salvifico. Ed il re fece carico ai tecnici di progettare in maniera da salvaguardare al massimo le industrie esistenti, cioè quei cinque mulini!

I lavori furono divisi in tre tratti, ed avviati nel gennaio del 1852, e dopo appena sei anni la grande opera era ormai conclusa, per cui si attendeva soltanto la solenne cerimonia della deviazione delle acque, che si ebbe il 19 settembre del 1858. Nel corso dei lavori erano riaffiorati vari ruderi di epoca romana, coinvolti nella catastrofe del 79, ed alcuni grandi anfore romane ancora intatte, che alquante foto d'epoca tramandano.

Rettificato il corso del fiume, fu possibile bonificare definitivamente la vasta area paludosa che venne colmata dapprima con il terreno di risulta dello scavo del nuovo alveo, poi con quello proveniente dagli scavi di Pompei, formando così, per l'adiacenza della falda freatica alla superficie e per l'apporto dei detriti vulcanici, poderi agricoli di enorme feracità. A completamento della rettifica e della successiva bonifica fu necessario modificare la rete stradale esistente e costruirle pure dei nuovi ponti, per cui il Polverificio al termine dei lavori era piuttosto un complesso sistema di edifici ed infrastrutture che un isolato stabilimento.

50 Per una plausibile ricostruzione geomorfologica della foce del Sarno e del relativo ecosistema vigente prima del 79, cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Il borgo marinaro di Pompei e la foce del fiume Sarno*, in *L'Universo*, Rivista dell'IGMI, anno 87° n°1, gennaio-febbraio 2007, pp. 102-115.

51 Per approfondimenti sull'argomento cfr. A. PESCE, *Il polverificio borbonico di Scafati*, Scafati 1996, pp. 41-50.

Nella pagina a finaco
In alto: *il Titanic.*
Al centro a sinistra: *cabina radio del Titanic.*
In basso a sinistra: *i sopravvissuti del Titanic in procinto di essere tratti in salvo dalle scialuppe.*
In basso a destra: *un fotoritratto del radiotelegrafista del Titanic Jack Phillips.*

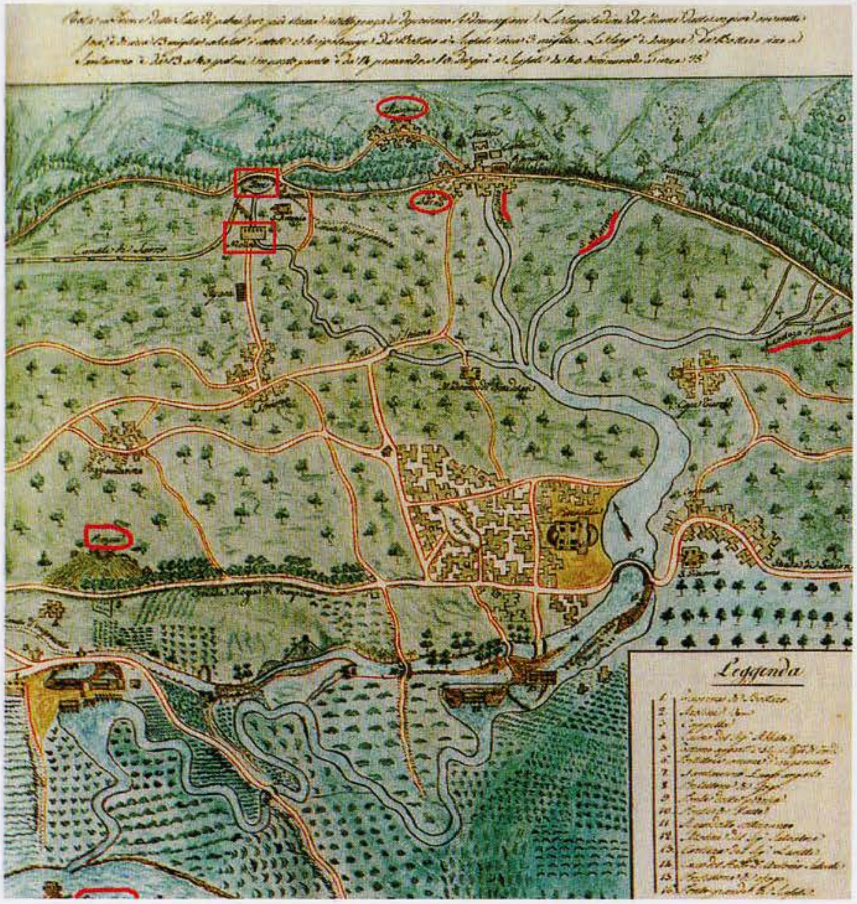
A distanza di un paio di anni le osservazioni idrografiche effettuate alla foce del Sarno provarono la corretta impostazione del progetto, tant'è che: *"l'esito ha perfettamente corrisposto alle previsioni e nessun traboccamento è avvenuto, e nelle più violente tempeste, la corrente del fiume à avuto sempre la forza di aprirsi un varco in mare."*[52] Giudizio reiterato, quasi un secolo dopo, in base a un identico riscontro di validità idraulica della foce.

Circa la navigabilità del fiume che quei lavori perseguivano almeno fino al Polverificio, richiese per adeguare le quote della corrente, esaltate da due di-

In alto: *paesaggio alla foce del Sarno antecedente al 79.*
In basso: *lo stesso sito oggi.*

52 La citazione è tratta da A. PESCE, *Il polverificio...*, cit. p. 67.

ghe per lo sfruttamento energetico, la costruzione di una vasca di sostegno, o conca di navigazione, per consentire ai natanti di superarne il dislivello. In linea di massima un impianto del genere consta di un bacino rettangolare, più lungo dei maggiori natanti previsti e con il fondo più basso rispetto alla quota di fondo dell'alveo, per evitare che la chiglia vi strofini. L'accesso e l'uscita avvengono tramite due coppie di massicci portelloni mobili, i cui opposti battenti si serrano formando in pianta la lettera V con il vertice controcorrente, disposizione che, sfruttando la spinta dell'acqua, contribuisce a mantenerli chiusi. Il passaggio dal livello inferiore al superiore, si ottiene introducendo l'imbarcazione nella conca e chiudendo subito dopo il portellone alle sue spalle, a poppavia. Fattavi entrare l'acqua dal livello superiore, l'acqua nella conca si solleva insieme al natante fino a equiparare il livello superiore che appena raggiunto consente con l'apertura dei portelloni a proravia di far riprendere la navigazione. Il contrario si effettua in senso opposto.



Di quest'impianto, realizzato con una discreta eleganza architettonica, al presente restano dei ruderi significativi, fagocitati però da una densa vegetazione infestante. Del Polverificio restano gran parte delle sue originarie strutture, sottoposte a un recente restauro conservativo.

In alto: *stralcio del foglio della foce del Sarno, antecedente al 1859.*
In basso: *Scafati: il Polverificio borbonico recentemente restaurato.*

Quei primi ponti sospesi

Il 10 maggio 1832, due squadroni di cavalleria attraversarono al trotto, subito seguiti da ben sedici traini di artiglieria, il nuovo ponte sul Garigliano fatto costruire da re Ferdinando II di Borbone, e ribattezzato col suo nome: Ponte Real Ferdinando. Il ponte, del tipo sospeso a catenaria di ferro, era il primo del genere costruito nell'Europa continentale, e solo in Gran Bretàgna se ne potevano osservare due archetipi, dei quali uno, l'*Union Bridge*, costruito sul fiume Tweed nel 1820, e l'altro il *Suspension Bridge Menai*, sul fiume Menai, iniziato forse precedentemente ma ultimato dopo. Gli Inglesi erano consapevoli della complessità di quei ponti, a dispetto della loro apparente semplicità, per via dei numerosi insuccessi internazionali verificatisi, a partire dall'abbandono del *Pont des Invalides* a Parigi, col relativo strascico di critiche e resistenze.[53] In base a queste premesse, il 4 maggio, la stampa inglese aveva acidamente ipotizzato che il mancato collaudo del ponte fosse da ascrivere al timore di un suo plateale crollo, ritenuto peraltro inevitabile. Il re, però, non prestò orecchio a tali allarmismi, probabilmente conscio della validità del progetto e della competenza del progettista, l'ingegner Luigi Giura, 1795-1865, e quando nella tarda primavera del 1832 l'ardita costruzione fu ultimata per dimostrare la sua piena fiducia nell'uomo e nell'opera, volle presenziare personalmente al collaudo.

Il 10 maggio 1832, pertanto, Ferdinando II apparve alla testa di due squadroni di lancieri a cavallo, e di 16 carri pesanti di artiglieria, colmi di materiale e munizioni, e ordinatone l'arresto, si andò a collocare al centro della campata. Quindi, sguainata la sciabola, l'alzò dando l'ordine di avanzare ai reparti: all'intorno sulle opposte testate si assiepavano numerosi ambasciatori stranieri, gruppi di militari e, soprattutto, una folla immensa attratta dalla rilevanza dell'evento. A scanso di equivoci il re fece passare più volte tanto gli squadroni che i carriaggi, in entrambe le direzioni sia al trotto che al galoppo. Il ponte ovviamente non ne risentì minimamente, come del resto il re era perfettamente convinto, avendo confermato in più occasioni la piena fiducia nel suo progettista, Già nel 1825 il tecnico aveva espresso il parere, peraltro formulato alcuni anni prima dall'ingegner Carminantonio Lippi[54] autore di una meticolosa pubblicazione mirante ad incentivarne la realizzazione, che il nuovo ponte sul Garigliano fosse realizzato come quello costruito dagli inglesi sul fiume *Tweed*, peraltro molto apprezzato dai turisti più competenti, tra cui non pochi napoletani. Dopo una serie di sopralluoghi in Gran Bretagna, esauriti tutti gli studi preliminari, il Giura ebbe commissionata la progettazione esecutiva del ponte nel 1828 e, pochi mesi dopo, la direzione dei lavori. La repulsione verso quella tipologia di ponti, aveva però nel Regno ardenti fautori, che indipendentemente dalla statica ne ritenevano l'estetica aberrante, tipica di un'architettura primitiva, una manifestazione di ignoranza tecnica e quindi un palese arretramento dell'ingegneria ottocentesca. Così ad esempio l'ingegnere incaricato di relazionare sull'opera, Ignazio Stile, scriveva al riguardo: *«I viaggiatori ne dicono che tal generazione di Ponti vien costumata da' Cinesi, e da' Peruani. I primi con verace catene, e colle funi i secondi.* [...] *I Cinesi, però, ed i Peruani, non sono le nazioni le più culte della terra, e perciò i loro prodotti risentir debbono della debolezza de' loro ingegni. Ecco perché gli Eu-*

53 In merito cfr. R. PARISI, *The suspension bridges in the italian architectural culture of the 19th Century,* in *Atti del XIII Congresso TICCIH organizzato dall'Istituto Momigliano per la Storia d'Impresa,* Terni e Roma 14-18 settembre 2006.

54 La pubblicazione menzionata è C. LIPPI, *Ponte pensile sul Garigliano,* Napoli, 1817

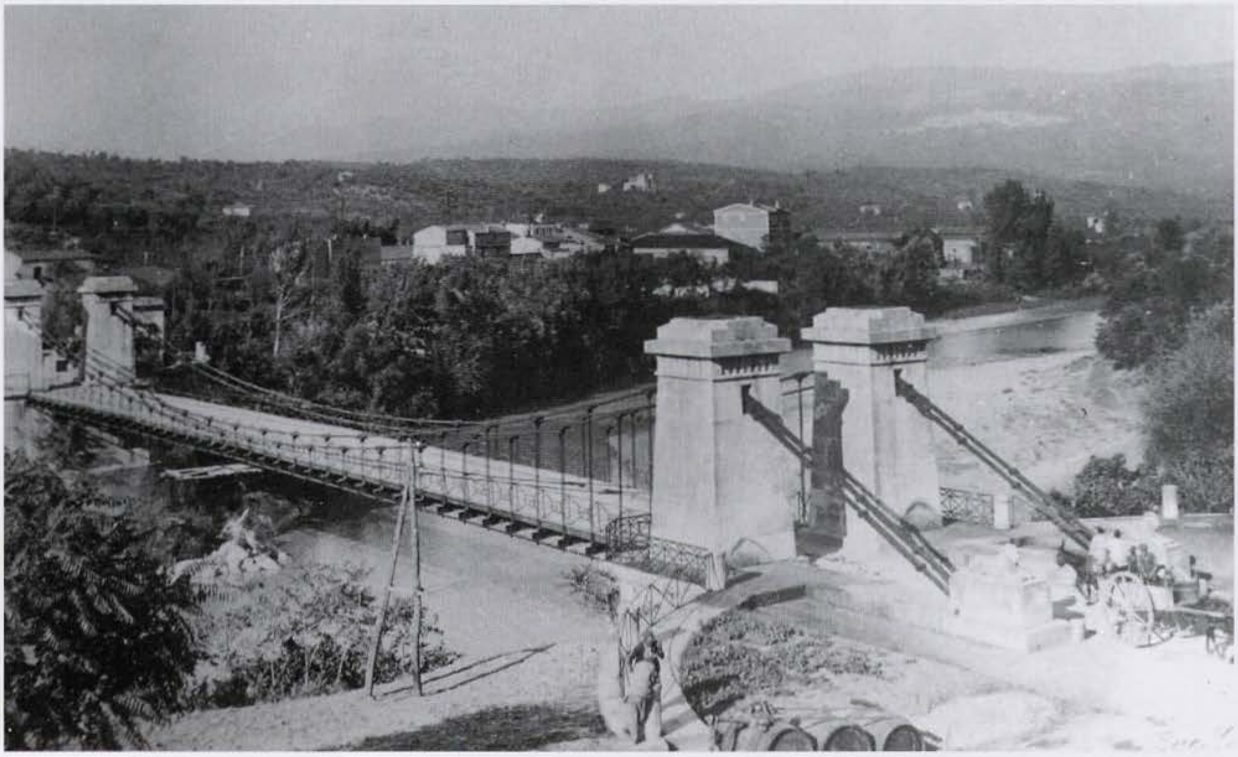
In basso: *re Fedinando II di Borbone re della Due Sicilie.*

ropei che da più tempo traffi-cano nella Cina e nel Perù, e che dal p.mo momento han ri-portata tra noi l'esistenza di tali ponti non han creduto es-ser ben fatto imitarli, e l'han-no trascurati, e messi nel nu-mero delle cose di cui non debba farsene conto [...]»"[55]

Ad onta delle critiche britanniche sul ritardo del collaudo, va ricordato che i lavori di costruzione terminarono il 30 aprile del 1832 ed il collaudo, innanzi descritto, fu tenuto il 10 maggio dello stesso anno, appena dieci giorni dopo! Circa il materiale utilizzato per la sua costruzione, che nella circostanza fornì ottima prova, proveniva per la componentistica in ferro, catene, putrelle e raccordi vari, dalle ferriere calabresi di proprietà del Generale Carlo Filangieri. Le catene,

55 La citazione è tratta dalla relazione di R. PARISI, *The suspension bridges ...*, cit.

In alto: *foto del ponte Real Ferdinando sul Garigliano prima della sua distruzione.*
In basso: *il ponte Maria Cristina presso Solopaca, sul Calore.*



sebbene definite tali, non erano composte da anelli ma da barre piatte di ferro, fucinate con terminale ad occhiello, interconnesse fra loro in modo da formare una catenaria alla quale mediante cavi verticali, propriamente detti *pendini*, erano collegate le travi dell'impalcato, che a differenza delle catene aveva un andamento perfettamente orizzontale: costarono 75.000 ducati, cifra affatto irrisoria per l'epoca. Nel corso della sua breve esistenza, il ponte non manifestò alcun indizio di deterioramento o peggio di cedimento, per cui quando il 14 ottobre del 1943 i genieri germanici lo minarono in due punti e lo fecero saltare in aria, dando un'ennesima prova di sterile barbarie, il ponte era in perfetto stato di conservazione, tant'è che i suoi piloni non risentirono dell'esplosione per cui, rientrando il manufatto nell'archeologia industriale, la sua ricostruzione fu finanziata dalla Comunità Europea. I lavori, terminati nel 1988, sono stati però inaugurati solo il 10 settembre del 2001.

Appena ultimato il ponte sul Garigliano, ne fu proposto allo stesso ingegnere un secondo, non lontano, sul Calore, fra Telese e Solopaca: l'opera era invocata da tempo dalle popolazioni locali per unire la piana telesina al massiccio del Taburno. Ma proprio lì di ponti nel corso dell'età moderna se ne erano avvicendati numerosi, tutti però strappati dalle piene del vorticoso fiume. In base a queste esperienze si pensò che soltanto un ponte con i piloni molto lontani dall'acqua e alti sulle opposte rive, fortemente scoscese, idonei perciò a una campata notevolmente più ampia della portata media del fiume, poteva sopportarne le ricorrenti e devastanti esondazioni. E costruendosi quello di nuovissima concezione sul Garigliano, constatatene le sue caratteristiche, le due comunità sannite limitrofe ne richiesero uno uguale al re, che acconsentì. Nel 1832, perciò, dopo il felice esito del collaudo, se ne iniziò la costruzione in un punto ritenuto dal progettista più favorevole e stabile. Tre anni dopo la costruzione era terminata e le catene sorrette da quattro pilastri di bianco calcare ne sostenevano l'impalcato, sorvegliate da quattro statue di leoni accucciati alle opposte estremità.

Il sovrano volle che questo secondo ponte, similare a quello che portava il suo nome, fosse dedicato alla sua consorte e, pertanto, fu chiamato Ponte Maria Cristina. Nonostante le accorte precauzioni, una ennesima rovinosa piena lo investì: non riuscì a distruggerlo ma lo danneggiò seriamente, danni che tuttavia furono immediatamente riparati. Anche per lui la distruzione avvenne quando i genieri

germanici, il 4 ottobre del 1943, lo fecero saltare in aria, gesto ottuso quanto inutile essendo la portata dell'impalcato non superiore alle 3 tonnellate! Per il ponte Maria Cristina però non scattò il restauro, ma la sostituzione con uno nuovo in cemento armato, che fu ultimato nel 1947: unica permanenza la lapide originaria apposta nel 1835, che tradotta dal latino recita

"Ferdinando II, Re delle Due Sicilie e di Gerusalemme P.F.A., nato per il bene pubblico, affinché, essendosi rotta l'accorciatoia del Calore, non fosse impedito ai popoli il vicendevole miglioramento, per lunghe dispendiose vie, comandò che fosse fatto immediatamente un ponte, a cominciare da quello già costruito, che corresse non sopra piloni ed arcate, con pietre conce, ma fatto artisticamente, con una compagine di legno e di bronzo, con sotto tese delle intelagliature, pendente nell'aria, immobilmente fermo, con danaro raccolto dai Campani e dai Sanniti, gareggiante per magnificenza e per eleganti ornamenti con il ponte di Ferdinando; ed essendo completato in ogni parte, il Re stesso, avendolo inaugurato con solenne rito, per il primo, fra tutti, senza alcun incidente, circondato dalla regia cavalleria, con buon augurio, essendo passato oltre fra gli applausi e le liete acclamazioni dei popoli, lo consacrò; e, avendolo insignito dell'augusto nome della fiorentissima sua consorte Cristina, lo consegnò all'immortalità. 5 aprile 1835".[56] Non sopravvisse neppure un secolo!

Nelle pagine precedenti: *il ricostruito ponte Real Ferdinando.*

56 La traduzione dal latino della lapide è del prof. Alfredo Romano.

In Cielo

Ricostruzione dell'aereo di Francesco Baracca

Militaria mirabilia

Il drone con le penne

L'impiego degli aerei per le riprese di sequenze fotografiche, più note in gergo come 'strisciate', non costituisce l'avvio della ricognizione aerofotografica, peraltro oggi affidata in gran parte ai satelliti: il vero debutto, infatti, precedette il decollo del primo velivolo, attuandosi sotto le ali dei piccioni!

L'idea fu del dott. Julius Neubronner[1] e si concretizzò, dopo una lunga serie di verifiche e prove, in un curioso brevetto rilasciatogli in Germania nel 1903. L'invenzione consisteva nell'adibire dei piccioni alla ricognizione aerofotografica: dal momento che volavano intorno ai 100 m di quota senza scendere mai sotto i 50, era facile immaginare l'ampia visione del paesaggio sottostante di cui godevano nei loro spostamenti. Qualsiasi dettaglio naturale, costruzione stabile o fortificazione campale non sfuggiva ai loro occhi, svelandogli le sue più minute connotazioni. Neubronner che esercitava la professione di farmacista, da tempo sfruttava le capacità dei piccioni, avvalendosene di frequente per le consegne urgenti dei suoi medicinali! Utilizzando la razza più robusta, meglio nota come Dove Rocks, era possibile trasferire a varie decine di km di distanza, dove stava la loro abituale colombaia, piccoli oggetti anche di 100 g, secondo una rotta perfettamente rettilinea. Da lì a immaginarne l'impiego nella ricognizione aerofotografica non ci volle grande immaginazione: la vera difficoltà da superare, se mai, era costituita dalla fotocamera che doveva essere molto leggera, rapida e automatica per impressionare ed avvicendare un fotogramma dietro l'altro, sempre con l'asse ottico perpendicolare. Numerosi i tentativi del Neubronner, che finalmente agli inizi del '900 riuscì a realizzare una microcamera idonea allo scopo, promuovendone la divulgazione con varie dimostrazioni ed avviandone una modesta produzione sperimentale.

Si trattava, in pratica, di un apparecchio munito di un otturatore funzionante ad 1/100 di secondo, in grado di fornire foto nitide persino oltre i 20 m/sec., potenzialità verificata dall'inventore su di un treno in corsa, con una serie di istantanee. Il singolare dispositivo funzionava con una insignificante resistenza meccanica, mediante una leggerissima tendina opaca, posta innanzi a una pellicola di un pollice e mezzo. Quanto all'imbracatura era una piccola carena di legno che veniva fatta aderire allo sterno del volatile con esili cinghiette intorno all'attaccatura delle ali lasciando del tutto liberi i grandi muscoli. Alla movimentazione della pellicola e dell'otturatore provvedeva l'aria tagliata dal piccione in volo: agendo su sferetta di gomma, trasmetteva l'energia necessaria per

1 Per approfondimenti cfr. J. Neubronner, *Die Brieftaubenphotographie und ihre Bedeutung für die Kriegskunst, als Doppelsport, für die Wissenschaft und im Dienste der Presse. Nebst einem Anhang: 'Die Kritik des Auslandes,* Dresda 1909.

In alto: *un'istantanea del dott. Julius Neubronner con una fotocamera ed il relativo piccione.*

una strisciata totale di oltre 13.5 km, poco meno quindi della capacità di volo del piccione che, con quel gravoso carico, non eccedeva la ventina di chilometri. Limitazione che rendeva l'invenzione idonea allo spionaggio su siti segreti con lanci quasi a ridosso dell'obiettivo. Necessario l'addestramento all'adozione di colombaie mobili, che verosimilmente si disponevano ai limiti del volo.

Per la medesima ragione il laboratorio di sviluppo della pellicola fu di tipo campale, in modo da potersi effettuare, immediatamente dopo il recupero del volatile, l'interpretazione fotogrammetrica della strisciata. Possibile, perciò, in caso di insuccesso, ripetere il sorvolo con un secondo piccione.

Inizialmente l'idea del dott. Neubronner non convinse affatto il pedante Ufficio Brevetti ed ancor meno lo Stato Maggiore germanico. Fu solo dopo una nutrita gamma di riprese, allegate a titolo dimostrativo, che ottenne il sospirato brevetto e l'ambito interessamento militare, soprattutto dopo che il Neubronner fornì alquante immagini, di siti segreti ritenuti inaccessibili, realizzate dalla sua squadriglia di ricognitori viventi. Ne scaturì un apposito Corpo Piccioni Bavarese, adeguatamente istruito ed equipaggiato per la ricognizione volante. L'adozione di un grandangolo ed i continui perfezionamenti strutturali apportati alla fotocamera finirono per incrementarne non solo il campo di ripresa ma anche la leggerezza. Il suo peso, infatti, si ridusse a soli 75 grammi, consentendo perciò un allungamento del volo fino a una quarantina di chilometri, e per conseguenza dei fotogrammi, fino a oltre una cinquantina, con risultati stupefacenti per l'epoca.

le funzioni della camera, e variando la velocità, variava la frequenza di scatto. Dopo alquanti tentativi, modifiche e perfezionamenti il numero dei fotogrammi fu portato a 30, di cm 4 x 4, lasciando però immutata la cadenza, ovvero circa uno dopo l'altro ogni 30" in media. Corrispondeva a una istantanea ogni 450 m circa di sorvolo, per

L'acme delle migliorie fu attinto intorno al 1912: ed anche quando dirigibili e aerei si dedicarono con ben altri risultati alla aerofotografia, i piccioni continuarono le loro prestazioni durante la I e la II guerra mondiale e più ancora durante la Guerra fredda, quando la CIA elaborò un modello più sofisticato di fotocamera.[2]

In alto: *piccione imbalsamato per esposizione museale, con fotocamera.*
In basso: *Dettaglio della più evoluta fotocamera.*

2 Cfr. AA.VV., *The Pigeon Spy and His Work in War in Popular Science, vol. 88, Bonnier Corporation,* 1916, pp. 30-31.

Parte Terza

Il volo a vapore

Per le ultime generazioni, il vapore si associa a una pentola o a un ferro da stiro, appartenendo quasi al medioevo i piroscafi e le locomotive. Per la storia, invece, il secolo dei mezzi di trasporto a vapore andò dai primi decenni del XIX a quelli del XX, quando il sopraggiungere dei motori a combustione interna ne sancì il rapido abbandono. Per la meccanica fu una conseguenza delle loro modeste prestazioni, a fronte dei cospicui svantaggi connessi con l'impiego del carbone, sudicio prima della combustione e asfissiante dopo. Il petrolio dissolse gli sbuffi bianchi e i fumi neri, relegandoli alla goffa infanzia delle macchine: rimozione forse prematura, se negli anni Trenta, si tornò a produrre automobili a vapore di discreto successo e se oggi la BMW sta sperimentando un abbinamento fra un motore a scoppio tradizionale ed un congegno a vapore, sulla berlina serie 5 *Turbosteamer* per tagliare i consumi del 20%.[1]

Eppure è l'immagine di una nera vaporiera che erutta dense volute di nero fumo, quella che affiora parlando dei veicoli a vapore, con l'ironico verso del *ciuf-ciuf.* Che poi sia stato sempre un motore a vapore a permettere la costruzione del primo carro semovente, della prima nave a propulsione meccani-

1 Per approfondimenti cfr. A. MONDINI, *Il secolo del vapore,* in *Storia della tecnica,* Torino 1977, vol. III, pp. 178-239.

In basso: *la BMW serie 5 Turbosteamer.*

ca, della prima aeronave realmente dirigibile e, notizia quasi completamente ignota, del primo aeroplano risulta, ormai, solo su rari libri. Difficile, perciò, immaginare un enorme involucro pieno di idrogeno, propulso da una macchina a vapore, col suo codazzo di fumo e faville! Non una comica locomotiva volante ma un demenziale congegno, che soltanto un pazzo poteva pilotare! Più assurdo, figurarsi una sorta di pipistrello gigantesco, di vimini e tela, spinto da un'altra macchina a vapore, sollevarsi da terra per ricadervi qualche centinaio di metri dopo! Ma quasi impossibile credere che due altri motori a vapore, negli anni Trenta fecero realmente volare degli aeroplani, che ben poco avevano da invidiare ai coevi a benzina! Queste le fasi salienti della singolare vicenda che, significativamente, ostenta ciclici ritorni.

Il dirigibile a vapore

La mongolfiera, pur avendo fatto sollevare l'uomo da terra facendolo 'galleggiarÈnell'aria, non gli aveva però permesso di navigarvi, come invece avveniva per le navi che galleggiavano sul mare. Ciò nonostante il mezzo aveva subito suggerito le sue ampie potenzialità militari, dalla semplice osservazione a vere operazioni di assalto aereo culminate il 2 luglio del 1849 col bombardamento di Venezia, il primo della Storia, condotto da una mezza dozzina di mongolfiere austriache. Nel 1793 la mongolfiera, divenuta nel frattempo l'aerostato, fu ritenuta da Gaspard Monge, l'ideatore del disegno tecnico basato sulle tre proiezioni ortogonali, idonea alla trasformazione in macchina da guerra.[2] E l'idea venne accettata, anche perché nel frattempo, quello che era il principale ostacolo tecnico-economico al diffondersi degli aerostati, ovvero la produzione di idrogeno a basso costo, era stato risolto con un'apparecchiatura inventata da Nicolas Conté, 1755-1805, uno dei più prolifici inventori del periodo al quale si deve tra l'altro la matita di legno e grafite. La disponibilità industriale dell'idrogeno aumentò ulteriormente la sua fama e portò alla formazione del-

2 Gaspard Monge divenne, per volere di Napoleone, Presidente dell'*Institut d'Egypte* fondato dallo stesso imperatore nel 1798, che ne era anche il vice-presidente, con lo scopo di promuovere l'avanzamento culturale dell'Egitto favorendo così, indirettamente, la sua spedizione. Dopo una serie di alterne vicende, con soppressioni e rifondazioni, l'Istituto, denominato *Institut Égyptien*, tornò al Cairo dove, purtroppo durante la 'primavera araba' fu incendiato da una bomba Molotov, con gravissimo danno per la cultura, contenendo al suo interno oltre 200.000 volumi. Per ulteriori notizie sulla spedizione in Egitto di Napoleone dal punto di vista scientifico cfr. R. PAURA, *Nel cuore e nell'anima. El Giza*, in *Quaderni d'altri tempi*, pubblicazione on line n° 21, luglio-agosto 2009.

nomia; la eccessiva presa del vento sulla loro forma sferica. L'idea che una macchina a vapore si potesse miniaturizzare ed isolare fu il primo passo verso la soluzione del problema, insieme alla ebollizione in tempo rapidissimo dell'acqua. Il secondo fu l'adozione di una sagoma affusolata per l'involucro, per cui se ne poteva incrementare la forza ascensionale aumentandone soltanto la lunghezza, fermo restandone il profilo frontale.

L'ingegnere Henri Giffard, 1825-1882, affrontò e risolse[4] preliminarmente il problema del riscaldamento dell'acqua nella caldaia, inventando una caldaia rapida, praticamente istantanea. Il cuore della stessa era il cosiddetto iniettore che permetteva all'acqua fredda di entrare in contatto con il vapore in piccole quantità, quelle strettamente necessarie al funzionamento dello stantuffo. In pratica non occorreva attendere che tutta l'acqua del serbatoio giungesse a vaporizzazione, come si praticherà nelle locomotive, ma soltanto una sua minima frazione, quella appunto necessaria a un singolo ciclo per volta. Il che rendeva istantanea l'ebollizione dell'acqua e la produzione di vapore, per cui il motore poteva prendere a girare senza alcuna attesa, quasi come un normale motore a scoppio. Tale dispositivo noto anche come *flash boiler*,[5] garantì al suo inventore un immenso profitto, venendo ancora largamente impiegato oltre cinquant'anni dopo sulle locomotive e pure in autotrazione, in particolare nelle prime automobili a vapore le cui prestazioni, avviamento anzitutto, non differivano granché dalle coeve a benzina o a gasolio. Volendo fornire una descrizione meno tecnica della caldaia istantanea la si può immaginare come gli attuali scaldabagni istantanei a gas, nei quali il flusso

la Scuola Aerostatieri di Meudon alla istituzione di un Corpo di Aerostatieri Militari, il 2 aprile del 1794.[3] Tra gli studi del Conté in materia, spicca quello di una particolare stoffa che consentiva ai palloni di restare gonfi per quasi quattro mesi, contro i pochi giorni precedenti. Nel 1796 rimase vittima di una grave esplosione nel suo laboratorio, che lo privò dell'occhio sinistro: a titolo di pubblica gratitudine ebbe il comando della brigata di aerostatieri. Che la formazione della brigata non fosse una effimera iniziativa lo dimostra la storica decisione di Napoleone di condurla, insieme con il comandante, nella Campagna d'Egitto. Ma il problema della dirigibilità degli aerostati, al di là della loro crescente presenza in ambito militare, restava inalterato. Anche nel mezzo secolo seguente tutti i tentativi escogitati per riuscire in qualche modo a governare un pallone si dimostrarono velleitari ed utopici, frustrati da almeno due ordini di problemi: la mancanza di un motore di sufficiente potenza e auto-

3 In merito cfr. J. M. J. COUTELLE, *Sur l'aérostat, employé aux armées de Sambre-et-Meuse et du Rhin*, Parigi 1829.

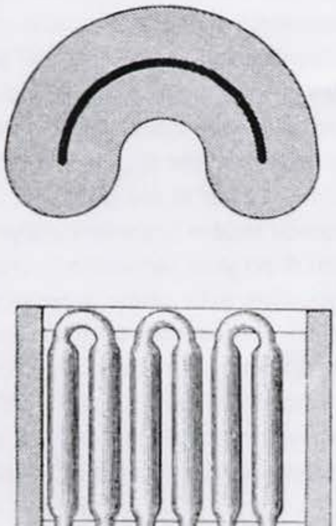
Nella pagina a fianco: *la White Model M 40 a vapore, 1905-1910, auto ufficiale del presidente degli Stati Uniti.*

In alto: *ritratto di Gaspard Monge.*

4 Sull'adozione dell'iniettore nel motore a vapore, cfr. R. RENZETTI, *Lo sfruttamento del vapore. Treni e navi*, pubblicazione *on line*, febbraio 2011, p. 38.

5 Per un sintetico approfondimento sul *flash boiler* cfr. S.TEIR, *The History of Steam Generation*, pubblicazione *on line*, University Helsinki, 2002. Ed anche P. PAVLINOVICH, *The steam boiler*, pubblicazione *on line*, 2009.

dell'acqua suddiviso in numerosi piccoli tubi circondati dalla fiamma del bruciatore si riscalda immediatamente. La produzione di acqua calda avviene perciò continuamente senza limite di quantità, e sempre alla stessa temperatura, e non preventivamente in quantità prestabilita tendente presto a esaurirsi e a raffreddarsi per l'immissione di altra acqua.



In alto a sinistra: *ritratto di Nicolas Conté.*
In alto a destra: *ritratto di Henri Giffard.*
In basso: *disegno schematico di un bollitore istantaneo o flash boiler.*

Il dirigibile del Giffard, di tipo *floscio* ovvero senza alcuna intelaiatura interna, era lungo circa 44 m, per un diametro massimo d'una dozzina, con volume complessivo di m^3 2.500. Montava una macchina a vapore, a caldaia verticale, capace di erogare 2 kw, poco meno di 3 hp, pesante circa 150 kg, praticamente 50 kg a cavallo, rapporto attualmente risibile ma all'epoca non trascurabile, in grado di consentire una velocità massima di quasi 9 km/h. Constava di un unico cilindro ed era stata costruita su progetto dello stesso Giffard. La propulsione la forniva un'elica di 3.3 m di diametro a quattro pale, mentre un grosso timone, una sorta di vela, ne governava la direzione. Dal punto di vista strutturale l'involucro del gas sorreggeva tramite una rete di corde, definita *gualdrappa*, una sottostante trave orizzontale, terminante con la vela del timone. Da essa, diverse corde, sostenevano la navicella o *gondola*, nella quale stava alloggiato il motore, mantenendolo così a discreta distanza dall'involucro, nonché il pilota che con due corde in sostanza una sorta di grandi briglie, azionava il timone.

Il 24 settembre del 1852 Giffard salpò l'ancora dall'ippodromo di Parigi e dopo un percorso di circa 27 km, compiuto in circa 3 ore alla velocità media di 7 km/h, la gettò a Trappes. Nel corso del volo fece compiere alla sua aeronave una serie di evoluzioni e giri, dimostrandone così la perfetta manovrabilità.

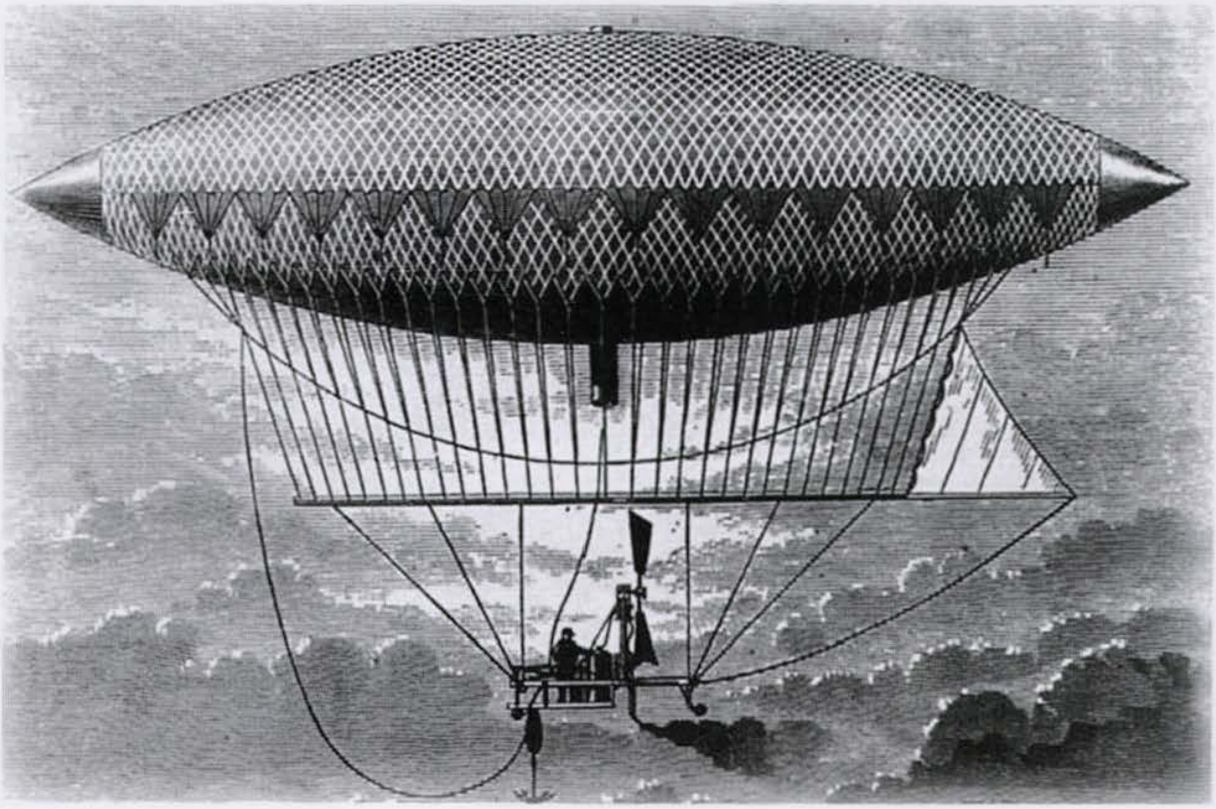
Emilè de Girardin, presente a quel primo volo di un dirigibile, consapevole della rilevanza dell'evento, scrisse appena due giorni dopo su *La Press* un articolo intitolato Il rischio e l'invenzione, che così recitava: *"Ieri, venerdì 24 settembre, un uomo è partito tranquillamente seduto sul tender di una macchina a vapore, fatta ascendere da un pallone dalla forma di una immensa balena, nave aerea a cui un albero fa da chiglia e una vela funge da timone.*

Questo novello Fulton della navigazione aerea si chiama Henri Giffard...

È partito dall'Ippodromo. È un magnifico e drammatico spettacolo quello che questo combattente delle idee offre, affrontando con la temerarietà che l'invenzione trasmette all'inventore, il pericolo che potrebbe essere anche la morte: perché al momento in cui sto scrivendo si ignora ancora se ha potuto compiere la discesa senza incidenti e come la ha effettuata..."[6]

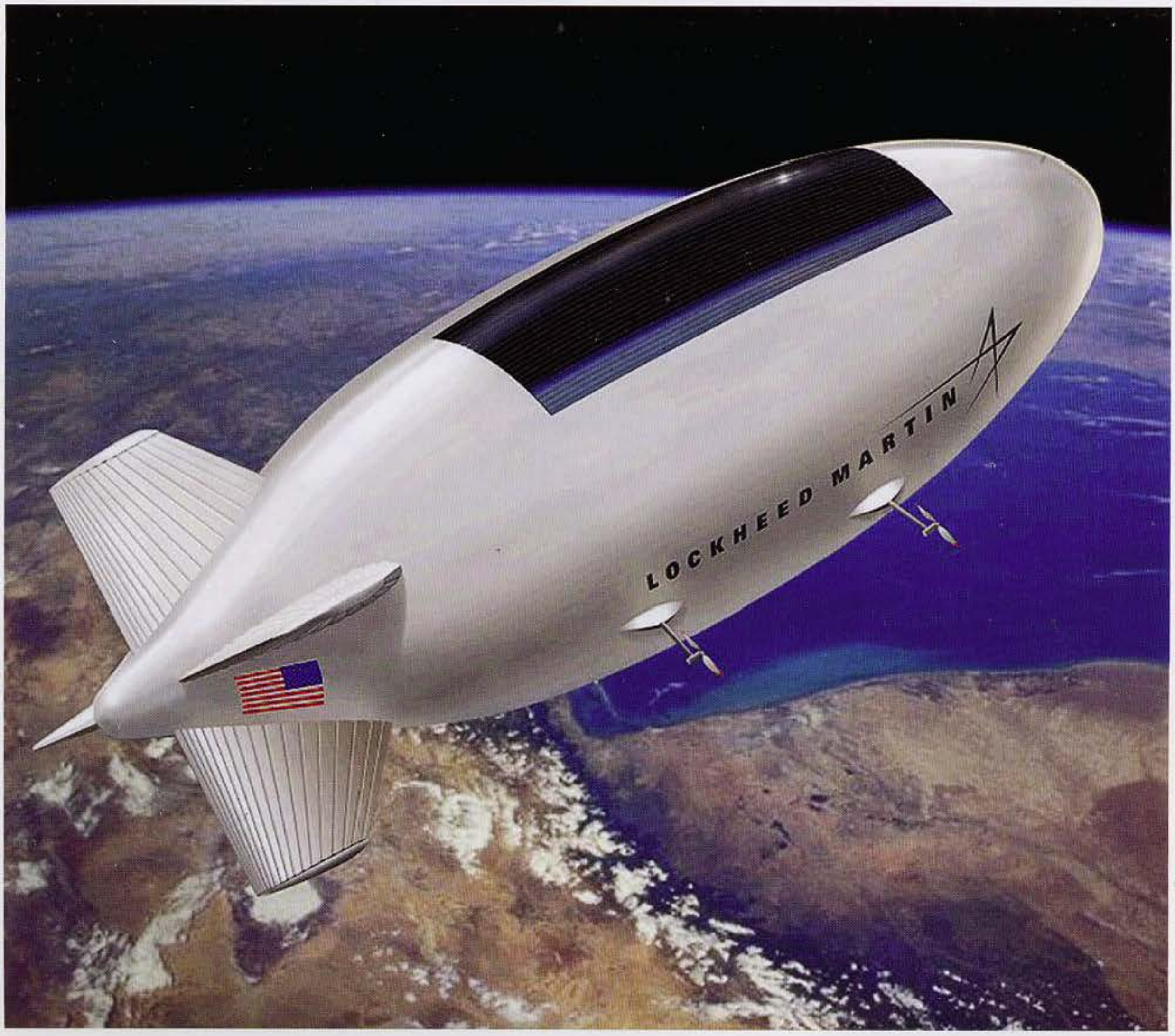
Il punto di atterraggio, se così si può definire la manovra di avvicinamento al suolo, non era lo stesso del decollo, non essendo ancora possibile una assoluta ma-

6 Articolo di E. de GIRARDIN, *Le risque et l'invention,* in *La Press* 26 settembre, 1852.



In alto: *fotoritratto eseguito da Felix Nadar di Emilè de Girardin.*
In basso: *il dirigibile di Giffard in una stampa coeva.*

DRAGON DREAM


LOCKHEED MARTIN

novrabilità del dirigibile: bisognerà attendere il 1884, per rintracciare una aeronave capace non solo di andare ma soprattutto di tornare al punto esatto di partenza!

Si assiste oggi a una paradossale rivincita del dirigibile nell'ambito del trasporto merci: riempiti con elio, e quindi assolutamente non infiammabili, di enormi dimensioni idonei al trasporto di carichi pesanti in zone non altrimenti raggiungibili, o rivestiti di un involucro fotovoltaico in grado di produrre l'energia elettrica per i motori garantendogli così un'ampia autonomia di volo, i nuovi più leggeri dell'aria possono restare in aria per più anni, con costi di esercizio bassissimi!

L'aereo a vapore

Lo stentato volo del dirigibile a vapore confermò, comunque, due fondamentali adozioni: quella del motore meccanico e quella dell'elica. Il primo serviva a far girare la seconda, presupposto basilare per lo spostamento nell'aria, mancando l'attrito delle ruote, dei remi o dei piedi. Soluzione che sarebbe rimasta immutata anche per un eventuale mezzo volante più pesante dell'aria, apparecchio che ancora nella seconda metà dell'Ottocento continuava a restare un traguardo utopico sempre per la mancanza di un motore di adeguata potenza. Nell'aereo, infatti, il motore si deve far carico oltre che della propulsione, come nei dirigibili, anche del sostentamento in quota, ovvero di generare tramite le ali in veloce movimento una spinta dal basso verso l'alto, propriamente detta portanza, in grado di vincere la gravità, prestazione che implicava un motore dal bassissimo rapporto peso/potenza sia che fosse a combustione esterna che interna, macchina però inesistente fin quasi agli inizi del secolo successivo.

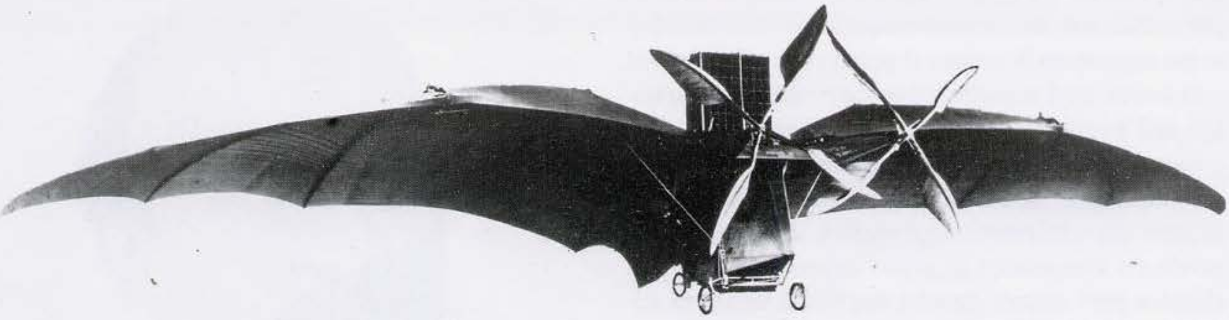
Fra i primi a intraprendere l'approntamento di un motore a vapore così connotato, idoneo perciò a far innalzare un velivolo, leggero quanto si voglia ma comunque più pesante dell'aria, vi fu un altro ingegnere francese: Clement Ader (1841-1925) nato a Muret e morto a Tolosa. Diplomatosi ingegnere nel 1857 si dedicò all'attività d'inventore, divenendo molto ricco con un curioso congegno telefonico che riuniva, in un'unica impugnatura, l'auricolare ed il microfono: intuizione che fino ad oggi non ha conosciuto alternative!

A partire dagli anni '70 Ader iniziò ad interessarsi del volo e, in particolare, della portanza[7]. Grazie a finanziamenti segreti di provenienza militare, avviò lo studio e la realizzazione di tre apparecchi per il volo. Il primo, da lui battezzato *Eole,* fu disponibile nel 1890 e il 9 ottobre venne provato sulla pista. Stando alla sua testimonianza, suffragata per la verità da alcuni osservatori, quella stranissima macchina sarebbe stata il primo aeroplano della storia, poiché riuscì a sollevarsi sia pure di pochi centimetri per un tratto di appena cinquanta metri. Seguì un secondo volo nel 1891, osservato con attenzione dalla dirigenza militare che, favorevolmente impressionata, gli commissionò un secondo aereo. Questo, definito *Avion II Zephyr*, monterà un motore a vapore bicilindrico, ultra leggero, capace con soli 35 kg di erogare ben 20 hp. Tuttavia, sarà soltanto con il terzo prototipo, l'*Avion III Aquilon*, che i vari problemi di instabilità dei precedenti apparecchi troveranno piena soluzione.

Nella pagina a fianco
In alto: *moderno colossale dirigibile cargo Aeroscraft in grado di trasportare 66 t alla velocità di 220 km/h con una autonomia di 12.000 km.*
In basso: *prototipo sperimentale in corso di approntamento di dirigibile a propulsione elettrica in grado di volare ad alta quota.*

7 Per approfondimenti cfr. C. H. GIBBS-SMITH, *Clément Ader, his Flight Claims and His Place in History,* London 1968; dello stesso autore, *Aviation: An Historical Survey,* London 2008; ed anche P. LISSARAGUE, *Clément Ader, inventeur d'avions,* Tolosa 1990.

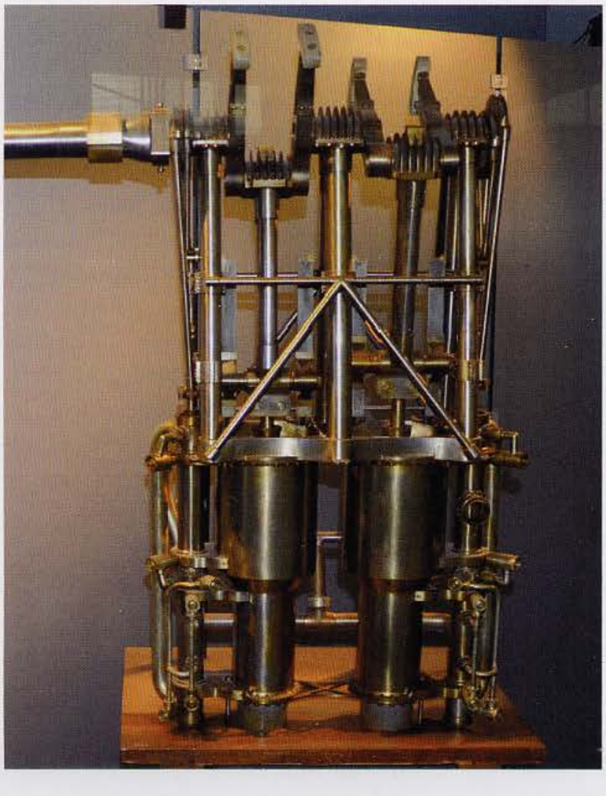
In alto: *fotoritratto dell'ingegnere francese Clement Ader.*

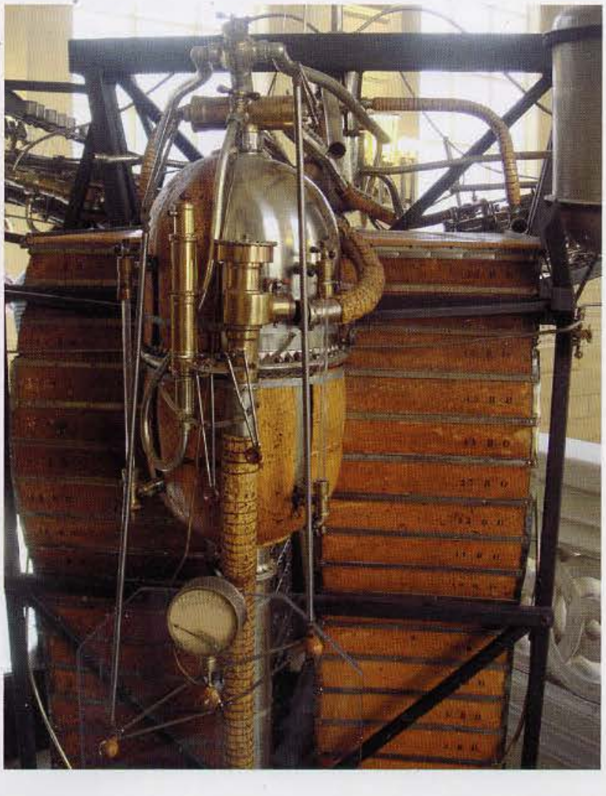


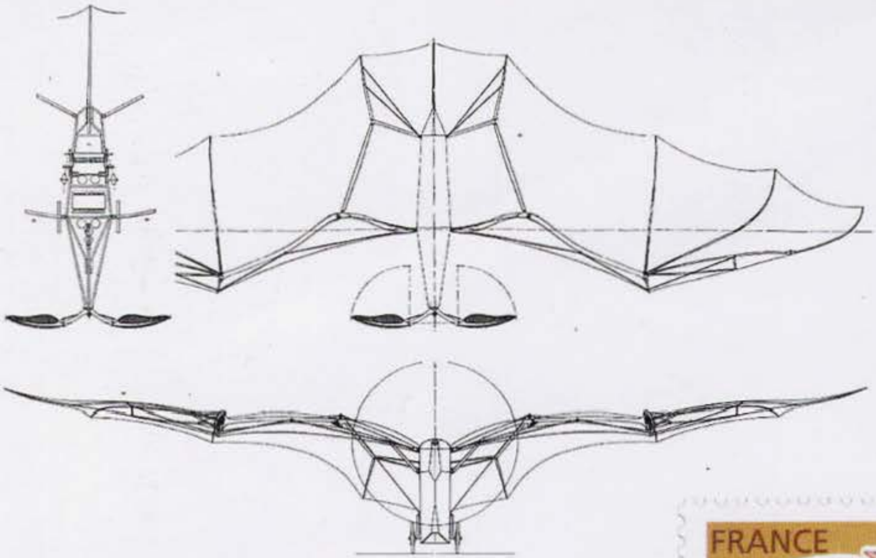
Va osservato che in questo, come nei precedenti prototipi, non esisteva alcun sistema di guida direzionale. Le sue caratteristiche fondamentali possono così riassumersi: apertura alare m 16, superficie mq 56, peso al decollo kg 400 compreso il pilota, motore da 15 hp, a vapore alimentato con una miscela di alcool, azionante due grandi eliche. Dal punto di vista formale l'*Avion III* ricorda un gigantesco pipistrello, con due grosse eliche anteriori azionate da un unico motore mediante una trasmissione a V, poggiato su un carrello a tre ruote. Alla presenza di una apposita commissione militare l'*Avion III*, il 14 ottobre del 1897 decollò a Satory, percorrendo circa 300 m. Pessime le condizioni meteorologiche, per cui l'aereo si danneggiò all'atterraggio: il Ministero della Guerra a quel punto interruppe i finanziamenti, fino a quel momento ammontanti a quasi l'equivalente di 8 milioni di euro. Purtroppo, a causa del segreto militare, di quel volo non si seppe granché, silenzio che finì per consegnare il primato ai fratelli Writght.

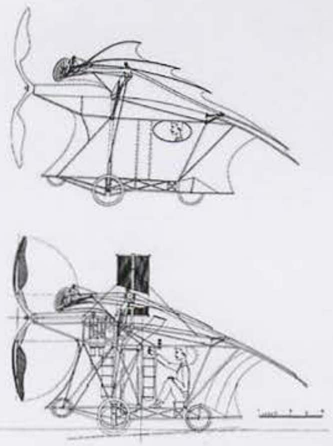
Parlando di motori a vapore di crescente validità per l'impiego aeronautico, non può dimenticarsi quello realizzato nel 1878 da Enrico Forlanini (1848-1930) destinato ad un suo prototipo in scala di elicottero con due rotori controrotanti. In dettaglio, le sue due eliche avevano un diametro di m 1.70 la superiore e 2.80 l'inferiore, mentre il motore pesava appena 1.5 kg, avendo al posto della caldaia una sfera serbatoio, il cui fornello restava a terra, consentendo perciò una breve ascesa, fino all'esaurimento del vapore. Sviluppava

In alto: *l'Eole di Ader in una foto dell'epoca.*
In basso a sinistra: *cilindri ed albero a gomiti del perfezionato motore a vapore di Ader.*
In basso a destra: *la caldaia del motore a vapore di Ader.*

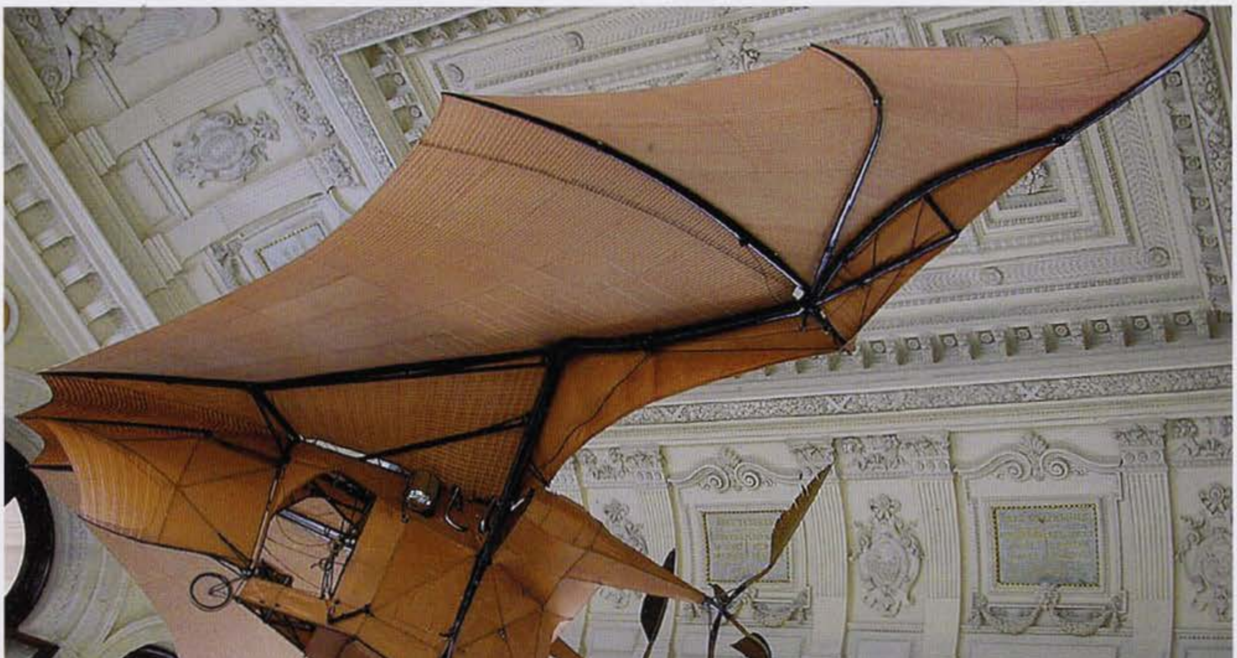


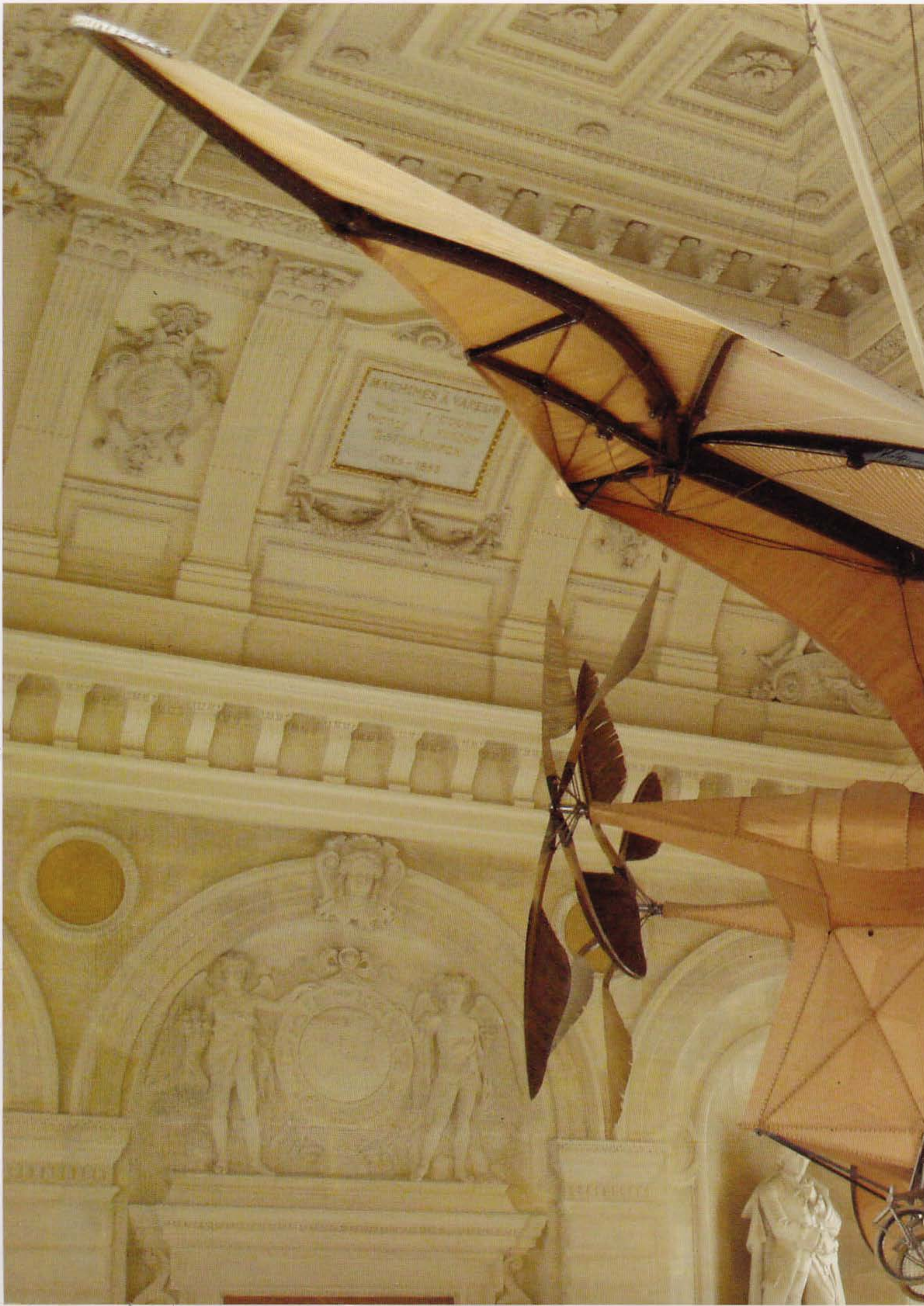






In alto: *piani di costruzione dell'Eole.*
Al centro: *francobollo commemorativo delle poste francesi dell'aereo di Ader.*
In basso e nelle pagine seguenti: *ricostruzione in grandezza naturale dell'Avion III, esposto al Museo delle Arti e dei Mestieri di Parigi.*





appena 0.2 hp ma costituiva un ulteriore e significativo esempio della tendenza alla realizzazione di motori a vapore leggerissimi. Il prototipo, senza pilota, si sollevò fino a 13 m di quota.[8]

Praticamente in quegli stessi anni anche un altro inventore, di nazionalità americana, si stava cimentando con il volo del più pesante azionato da un motore a vapore: sir Hiram Maxim (1840-1916). Dopo un colossale biplano, progettato e costruito nel 1892, al quale non arrise alcuna fortuna, nonostante la grandiosità dei mezzi impiegati, fu la volta di un più ragionevole biplano. Il nuovo apparecchio, dalla forma decisamente più avanzata dell'*Avion III*, venne approntato nel 1894, ed era in grado di sollevarsi con più persone a bordo. Nel corso di una prova con tre uomini di equipaggio, non disponendo di alcun sistema di guida, al pari dei consimili di Ader, si schiantò, fortunatamente senza vittime, finendo abbandonato nonostante la buona prova fornita dal suo motore a vapore bicilindrico. Quanto a Maxim, si guadagnerà ugualmente un posto di rilievo nella storia delle invenzione e non per il suo biplano a vapore ma per la mitragliatrice, che da un certo momento in poi troverà pieno impiego proprio sugli aerei da combattimento.

Dopo quella sequenza di tentativi sfortunati e, soprattutto, dopo il perfezionamento del motore a combustione interna, il volo a vapore fu del tutto abbandonato.

Il 17 dicembre del 1903 si sollevava in volo l'aereo dei fratelli Wright. Ma il ciclo esistenziale dell'aereo a vapore, paradossalmente non era ancora concluso.

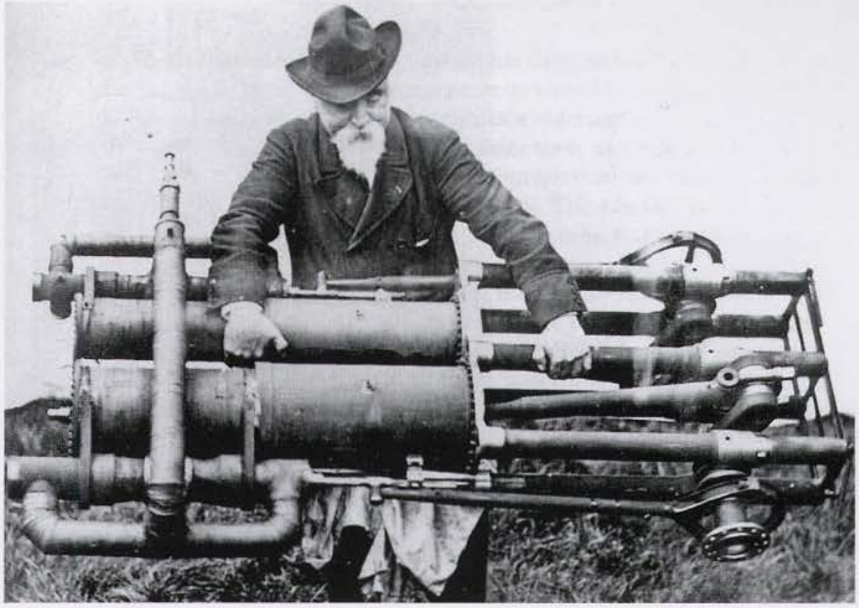
Una rivista statunitense del 1933, *Popular Science*, vol. 123, nel suo n°1, pubblicò un servizio su uno strano aereo biplano da turismo propulso da un motore a vapore bicilindrico a V, collocato nel muso dello stesso. In dettaglio la caldaia, a forma di pentolone è di tipo istantaneo e trova ubicazione immediatamente davanti al posto di pilotaggio, mentre il suo condensatore sta al di sotto, ovviamente esposto al vento. Il motore propriamente detto, invece, è collocato quasi dietro alla cuspide della prua, a contatto con il mozzo dell'elica: i suoi due cilindri fuoriescono dalla carenatura dorsale, raccordandosi con un grosso tubo alla caldaia.[9]

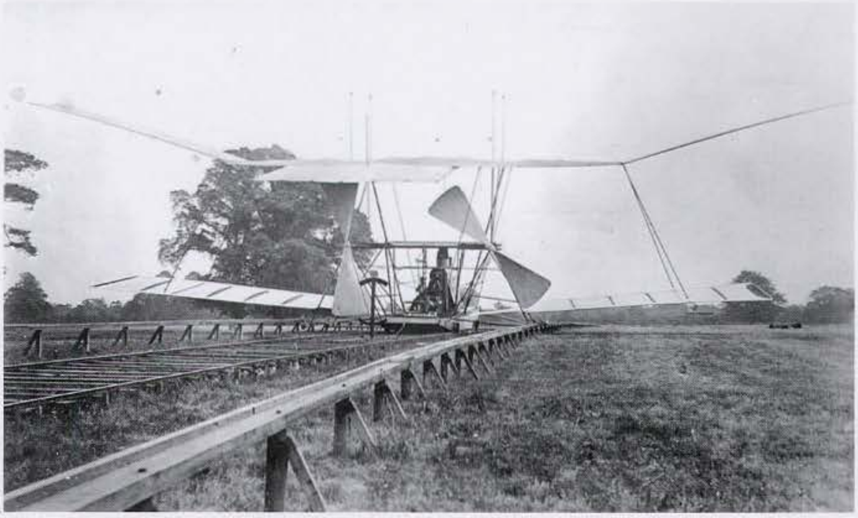
L'aereo, costruito in California, spicca per la sua silenziosità – va ricordato che i coevi motori a stella o in linea non avevano alcun silenziatore – e per assenza di asfissianti gas di scarico, che nessuno all'epoca supponeva fortemente tossici, e decolla tra sbuffi di bianco vapore che, già all'avviamento del motore, circondano la carlinga. A circa 1600 giri al minuto, quel singolare motore erogava, stando all'articolo, una potenza di 150 hp e la sua riserva di acqua era sufficiente per un'autonomia di 400 miglia, circa 600 km. I vantaggi decantati erano, oltre alla silenziosità non insignificante in ambito militare quando l'individuazione veniva effettuata solo con gli aerofoni, la scarsa infiammabilità e la sua notevole autono-

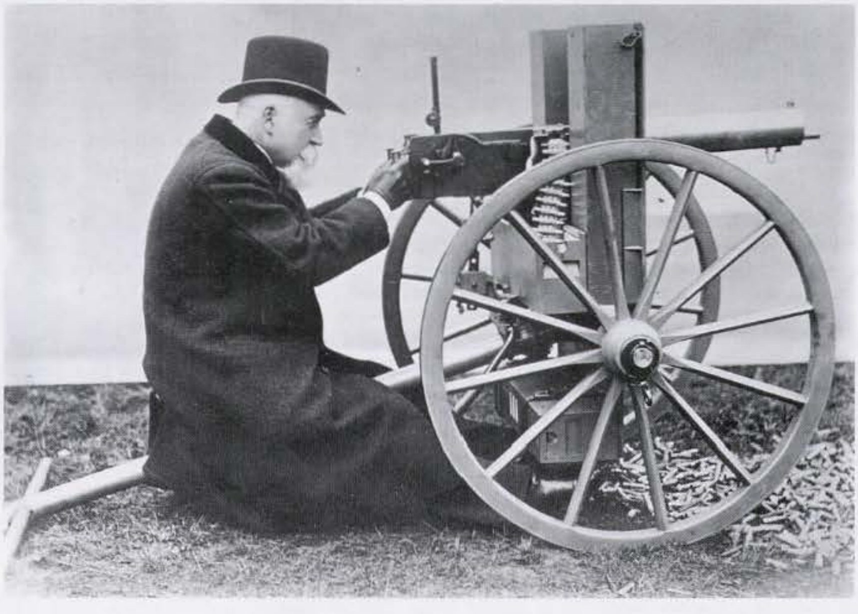
8 Per approfondimenti cfr. I. MENCARELLI, *Enrico Forlanini (5-12-1848-9-10-1930)*, Roma 1971; ed anche S. CALABRÒ, a cura di, *La passione dell'invenzione. Enrico Forlanini, ingegnere e aeronauta*, Milano 2004.

9 Cfr. *Popular Mechanics Magazine*, vol. 58, december 1932, *Steam Takes Wings*, pp. 857-58.

mia. La caldaia, infatti, bruciava gasolio, quanto di più lontano si possa immaginare dalla benzina avio, e dalla sua propensione ad incendiarsi. Vi era, però, un altro vantaggio ancora, che nell'articolo non mancava di essere ampiamente evidenziato, proprio quando con i compressori si cercava di favorire l'alimentazione dei motori in alta quota: quel motore a vapore, bruciando richiedeva poco ossigeno, riuscendo perciò a volare dove i normali stentavano.[10] Forse per emulare l'interesse suscitato da quella realizzazione, forse in maniera del tutto indipendente, si rintraccia un secondo motore a vapore per impiego aeronautico, realizzato nel 1933. Nella fattispecie si tratta di un motore a stella a 3 cilindri disposti a 120°: evidentissima la somiglianza con un analogo a benzina. Anche in questo caso la combustione in caldaia avveniva bruciando gasolio, con un'erogazione di 70 CV, ed un numero di giri massimo di 2000 al minuto. Identica la disposizione della caldaia e del condensatore, diversa quella dei serbatoi dell'acqua posti appena dietro ai cilindri, sul cui albero stava fissata un'elica a 4 pale. Un esemplare, perfettamente ricostruito nel 2000, è attualmente esposto nel *Savannah Science Museum*.







10 Cfr. D. SARLIN, Steam Power Clubs News, *Flying by Steam*, Kingsley, Michigan, USA 1981, pp. 38-40.

In alto: *Sir Hiram Maxim con i cilindri e l'albero a gomiti del suo motore a vapore.*
Al centro: *l'apparecchio di Maxim pronto al decollo lungo un apposito binario.*
In basso: *Maxim e la sua invenzione più riuscita: la mitragliatrice.*

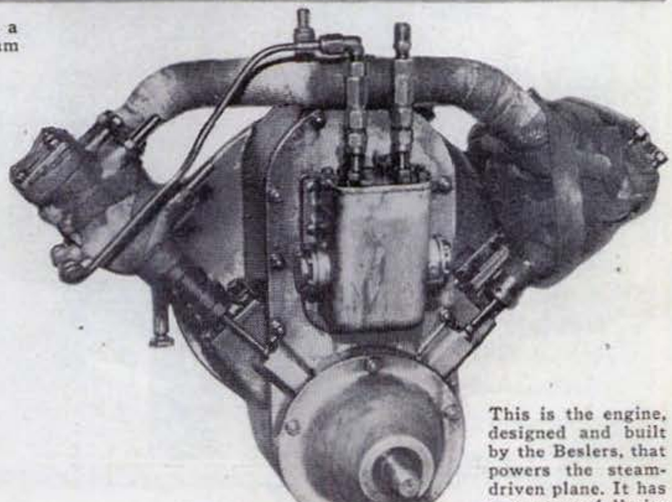
Nella pagina a fianco: *Museo Vigna di Valle, ricostruzione dell'elicottero di Enrico Forlanini.*

Here is the first plane in the world's history to be flown powered by a steam engine. It is shown before the take-off enveloped in its own steam

ing back over the field at 200 feet, the pilot shouted "Hello!" and heard the answering calls from spectators below. Conversation in the craft, the two inventors told me when I interviewed them a few hours after their historic demonstrations, was as easy as conversation in an open automobile.

Three times, the blue plane blazed a steam trail into the air, taking off, landing, circling about, remaining aloft for five minutes at a time. The constant, wearing vibration of the gas engine was gone; the smooth push and pull of steam power had supplanted it. Each time, as the machine swooped down and the wheels touched, Besler pulled back a small lever at the side of the cockpit and the steam engine at the nose of the ship instantly raced in reverse, whirling the propeller backward to act as a powerful brake and reduce the landing run to a minimum.

This method of slowing down, possible only with steam power plants, applies the braking effect above the center of gravity and thus prevents nosing over in a quick stop. When wheel brakes are jammed on suddenly, a plane noses over or somer-



This is the engine, designed and built by the Beslers, that powers the steam-driven plane. It has met successfully its initial tests in the air

POPULAR SCIENCE
MONTHLY

July 1933 Vol. 123, No. 1

RAYMOND J. BROWN, Editor

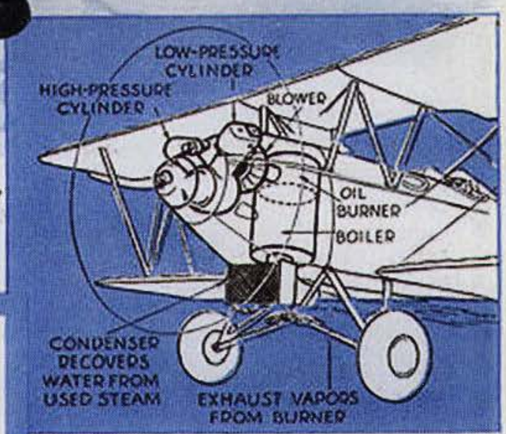
WORLD'S FIRST Steam-Driven Airplane

Successful Flights with Long-Sought Craft Crown Many Similar Attempts by Early Aviation Engineers

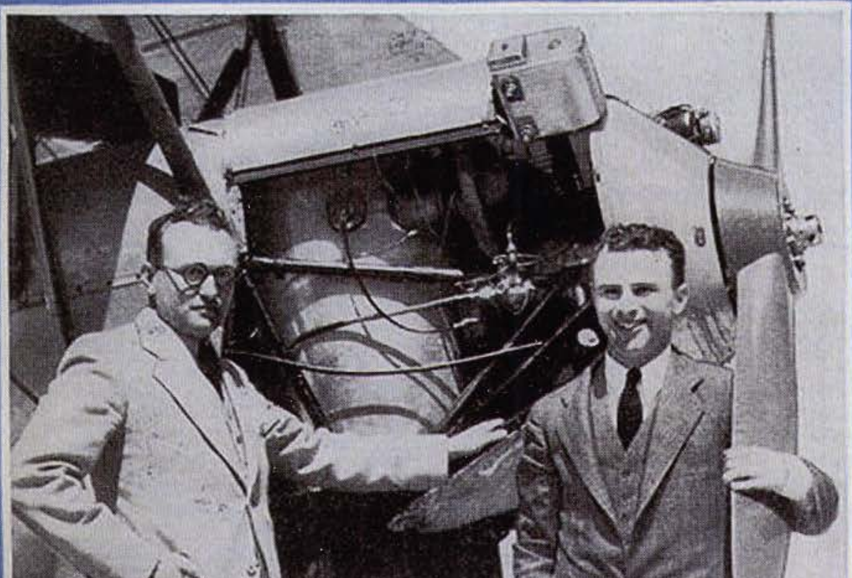
By H. J. *FitzGerald*

OVER the Oakland, Calif., Airport, a few days ago, a silent plane slanted across the sky trailing a thin ribbon of white vapor. Spectators heard the pilot shout a greeting from the air. They saw him flash past, skimming the ground at a hundred miles an hour. They watched him bank into a turn, slide to a landing, and, with the propeller spinning backward, roll to a stop in less than a hundred feet. They had seen, for the first time in history, a man fly on wings powered by steam!

Two brothers, George and William Besler, the former a geologist thirty-one years old, and the latter a mechanical engineer, two years younger, have achieved the dream of Maxim, Langley, and other pioneers of flight. Through their work, the steam-driven airplane, long talked about, long planned, has become a reality.



Drawing shows the arrangement of the V-type engine in the nose of the Besler plane. All parts of power plant are ahead of the cockpit. At top, steam-driven plane in first flight with William Besler at controls



George Besler, left, with his brother William, inventors of the first successful steam engine for planes, are shown with their plane in which position of special boiler is seen

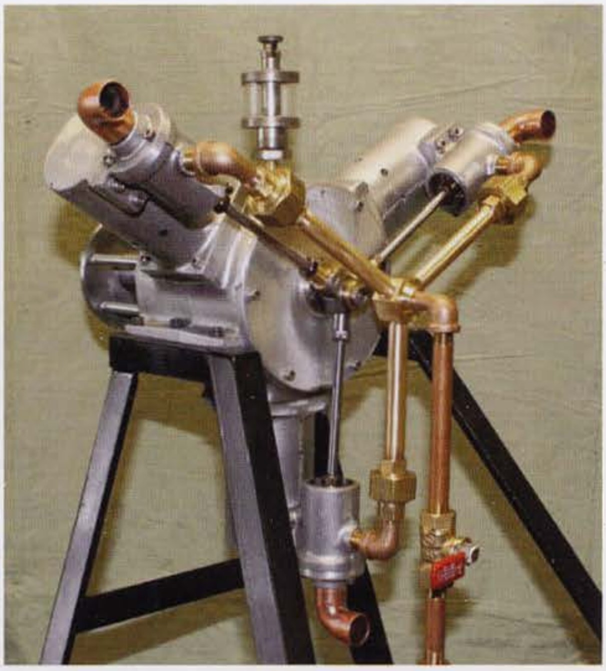
This spectacular development in the field of aeronautics is the result of three years of secret experiment. The inventors began their work in 1930, in a machine shop at Emeryville, Calif. A few weeks ago, they brought the product of their researches, a 180-pound engine developing 150 horsepower, to the Oakland Airport and installed it at the nose of a conventional Travel Air biplane.

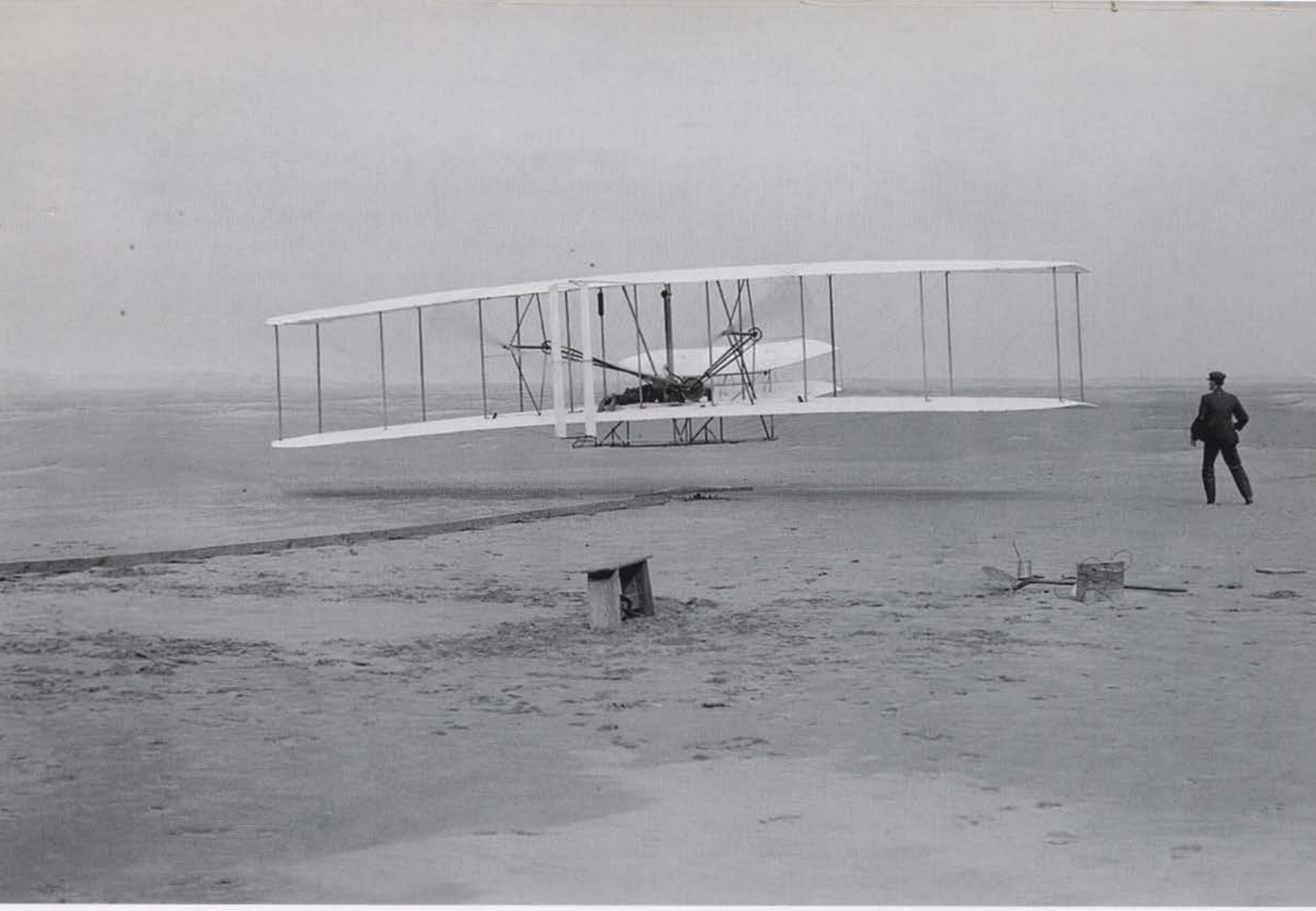
This blue machine, with William Besler at the controls, sped down the runway and climbed into the air without a sound except the low whine of the propeller and the hum of wind through the wires. Swing-

Nelle pagine precedenti
A sinistra: *foto della parte anteriore del biplano a vapore.*
A destra: *l'articolo che descrive il biplano a vapore.*

In alto: *i fratelli Wright.*
In basso a sinistra: *l'intero motore a vapore del biplano.*
In basso a destra: *i cilindri a stella del motore a vapore per impiego aeronautico.*

Nella pagina a fianco: *il primo volo del più pesante dell'aria sicuramente certificato.*





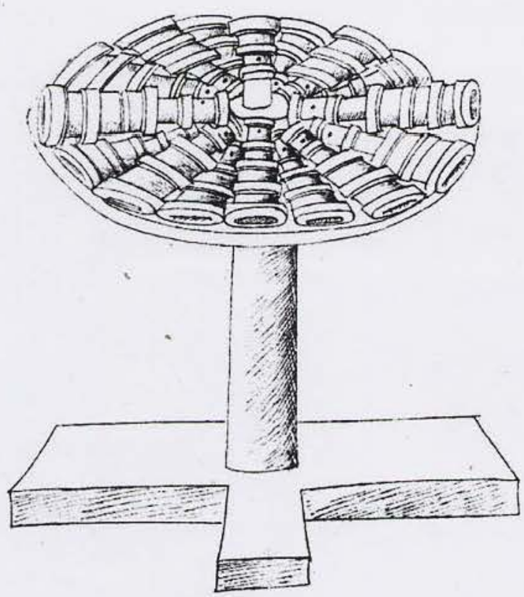
Motori rotativi a stella

Per la verità, prima ancora che Leonardo nascesse,[11] già diversi tecnici si erano cimentati con artiglierie a canne multiple rotanti, disposte però in maniera radiale su di un apposito disco. L'arma vista dall'alto, per la sua stretta simmetria, ricordava una stella: un elementare congegno di scatto, attivato dalla rotazione del disco, ne provocava lo sparo in sequenza e sempre nella medesima direzione: micidiale un qualsiasi difettoso funzionamento! La sua intuibile pericolosità valse ad interdirne coeve adozioni e future migliorie, relegandola nel limbo delle invenzioni se non assurde almeno bizzarre, di tanto in tanto riproposte e spacciate come rivoluzionarie novità. Di questa, infatti, se ne trova traccia anche in alcuni schizzi di Leonardo, che la definì *circumtronico* divenendone l'indiscusso ideatore!

Come già nel tardo Medioevo avvenne con le artiglierie anche con gli arcaici motori a combustione interna l'incremento di potenza fu tentato aumentando l'alesaggio dell'unico stantuffo. E anche in questo caso fu presto chiaro che occorreva, invece, incrementare il numero dei cilindri, magari affiancandoli su un'unica linea come in un organo, o su due divaricate a V. Ma quando veniva richiesta una potenza rilevante il numero dei cilindri, comunque si fossero disposte le relative linee, creava seri problemi meccanici. Eccessive le sollecitazioni a torsione dell'albero motore, improbo il sistema di raffreddamento a liquidi, complicato il circuito di accensione: in breve una macchina molto pesante, delicata e di scarsa affidabilità.

Paradossalmente la crescente corsa all'autoveicolo e al volo spingeva con forza verso propulsori a combustione interna al contempo potenti e leggeri. Magari del tutto inconsapevolmente, magari per una fortuita osservazione, sul finire dello stesso secolo, si realizzò che vi era un altro modo di aggregare fra loro un discreto numero di cilindri: quello radiale. Quello cioè già sperimentato nelle bocche da fuoco a stella rotante! Sotto l'aspetto meramente dinamico la maggiore differenza fra i suddetti pezzi d'artiglieria ed i motori rotativi a stella era nell'essere il senso del moto impresso ai proietti centrifugo nei primi e centripeto, invece, quello impresso agli stantuffi nei

11 Cfr. F. RUSSO, *Leonardo inventore? L'equivoco di un testimone del passato scambiato per un profeta del futuro,* Napoli 2009, pp. 376-77.



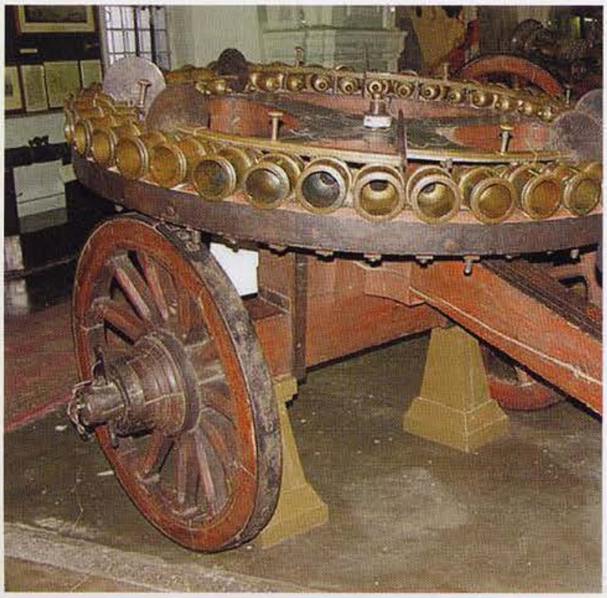
secondi, definiti ormai abitualmente *pistoni*.[12] Quale che ne sia stato lo stimolo inventivo, dal punto di vista meccanico i motori radiali potevano funzionare in due modi nettamente diversi: tenendo fisso l'insieme dei cilindri i pistoni avrebbero fatto ruotare l'albero motore; per contro tenendo fisso l'albero motore i pistoni avrebbero fatto ruotare l'insieme dei cilindri. I primi si definirono motori a cilindri radiali rotativi (blocco motore rotante), i secondi a cilindri radiali fissi (blocco motore fisso): nonostante l'apparente similitudine i rispettivi funzionamenti risultavano tanto diversi da rendere il motore radiale rotativo utilizzabile solo in aeronautica, a differenza di quello radiale fisso anch'esso ottimo per l'aviazione ma valido anche per impieghi terrestri, come ad esempio il Wright-Continental R-975 Whilwind da 16 litri a 9 cilindri da 400 hp montato sui carri armati Sherman M4.[13]

Da un punto di vista meramente funzionale, entrambe le tipologie si confermarono subito ideali per la nascente aeronautica. L'ingombro e il peso dei rispettivi motori risultavano notevolmente minori di quelli equivalenti in linea; il raffreddamento ad aria li rendeva più semplici ed affidabili; il breve albero motore evitava dannose torsioni, dando alla macchina una grande robustezza. Dal punto di vista costruttivo, i pistoni di un motore radiale stanno disposti a distanza progressiva dal centro di rotazione e non in appena due posizioni alternative, come in quello in linea. Il che implica un curioso imbiellamento: una sola grande biella, definita *madre,* l'unica imperniata mediante le tradizionali bronzine intorno all'unico bottone di manovella, recante sulla corona le sedi dei perni di tutte le altre bielle, definite *biellette*. Queste, il cui numero è pari a quello dei pistoni meno uno, sono simili alla madre nella parte superiore ma, vistosamente, minori nell'inferiore, dovendosi adattare a perni di diametro molto più piccolo di quello del bottone di manovella.

Il collegamento biella madre-biellette è considerato meccanicamente scorretto dal momento che i rispettivi centri di rotazione non coincidono, a detrimento del rendimento del motore. La deficienza, tuttavia, specialmente nei motori rotativi, per i ricordati vantaggi, è ritenuta trascurabile. Quanto alle valvole soluzione abituale è di comandarle con un tamburo ad eccentrici collocato nel carter, fatto però girare a velocità ridotta rispetto allo stesso o dell'albero motore. Evidente già da questi schematici accenni l'estrema semplicità di tale motore ed i vantaggi impliciti derivanti per l'impiego aeronautico.

12 Cfr. K. D. Mc CUTCHEON, *Gnome Monosoupape Type N Rotary*, da *Aircraft Engine Historical Society*, estratto 2008-05-01.

13 Cfr. Aircraft Engine Historical Society's, *Curtiss-Wrigth, Historical Engine Summary*, 1983, p. 2.

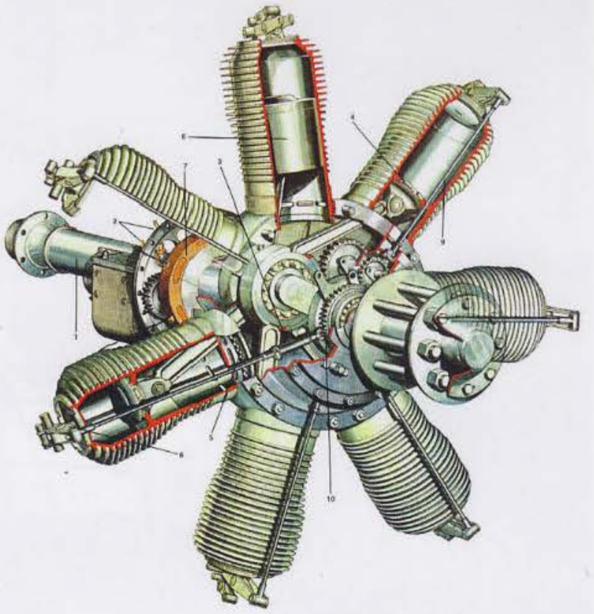


In alto: *disegno di Renato Valturio, comune a tutti i progettisti rinascimentali, Leonardo compreso, di organo radiale, per lo sparo a ripetizione.*
In basso: *uno degli ultimi esemplari di organo radiale, costruito in Russia nel 1754 ed attualmente esposto presso il St. Petersburg Museum of Artillery: Calibro di ciascuno dei 44 pezzi 76 mm, lunghezza di 23 cm e diametro dell'intera arma 185 cm.*

Sebbene, come accennato, a prima vista appaia difficile distinguere un motore radiale rotativo da uno fisso, in realtà le differenze sono numerose ed evidenti. Tanto per cominciare nei primi mancano i cavi per la distribuzione dell'alta tensione alle candele, bastando che queste ruotando insieme al cilindro ne sfiorino la sorgente. Mancavano pure, almeno negli archetipi, i condotti di alimentazione sostituiti da circuiti interni più o meno complessi. Ma era soprattutto quando il motore rotativo girava che se ne percepivano nitidamente le precipue peculiarità, a cominciare dall'assenza di qualsiasi vibrazione, soppressa dall'inerzia della sua massa rotante. La stretta corrispondenza biunivoca instauratasi fra il motore rotativo e l'aereo, soprattutto da caccia, scaturiva oltre che dal suo ineguagliabile rapporto peso potenza anche da una seconda peculiarità. Un motore rotativo si confermò sempre estremamente resistente nei combattimenti: persino con un cilindro danneggiato dal tiro nemico continuava in buona sostanza a funzionare, grazie alla sua inerzia e alla alimentazione indipendente dei restanti. La peculiarità mutò segno quando si passò alla sovralimentazione che non poteva distribuirsi a tutti i cilindri con una unica condotta, come nei motori in linea, ma richiedeva uno smistamento separato. Similmente la resistenza aerodinamica di quei motori, ottima per il loro raffreddamento quando le velocità di volo erano modestissime, divenne deleteria allorché crebbero talmente da non potersi più trascurare.

Dal punto di vista cronologico l'invenzione del motore radiale rotativo risale al 1899, quando l'americano Stephen Balzer ne realizzò un prototipo a cinque cilindri. Un decennio prima, tuttavia, un australiano aveva costruito e fatto funzionare un motore simile a tre cilindri. In ogni caso si deve attendere il 1907 affinché un nuovo motore rotativo a cinque cilindri, realizzato dai fratelli Louis e Laurent Seguin, funzioni in maniera ottimale. Il loro primo modello di successo fu il motore Gnome Omega a 7 cilindri, pesante appena 75 kg e capace di erogare un potenza di 50 CV. Fu con quel motore che Henry Farman superò con il suo aeroplano i 100 km/h nel 1910.

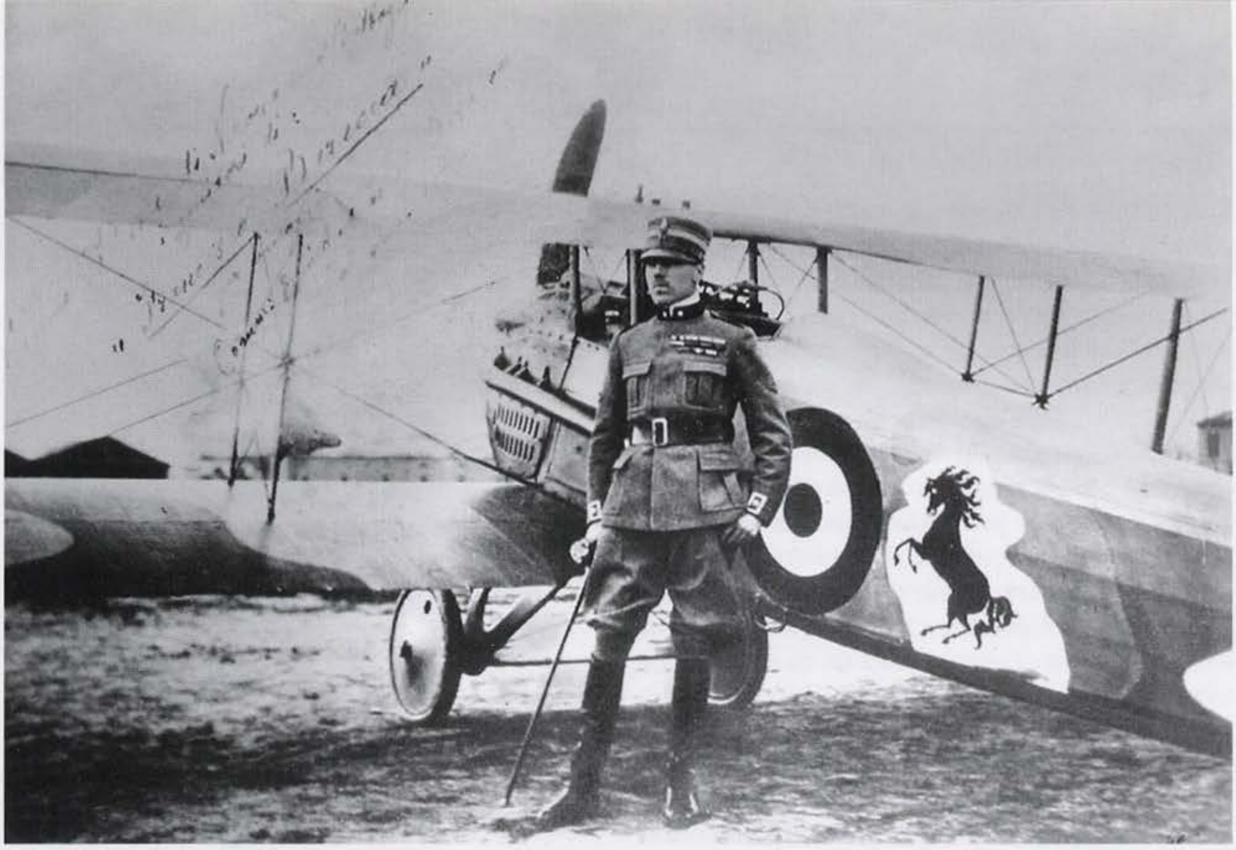
Nel 1915 la loro *Société des Moteurs Gnome*, fondata nel 1905, si fuse con la *Société industrielle des Moteurs Le Rhône*, fondata a sua volta nel 1897 e che produceva dal 1911 un motore a 9 cilindri di 11 litri, capace di sviluppare con 90 kg di peso prima 70 e poi 80 CV e quindi 110 CV con la cilindrata incrementata a 12 litri. Dalla fusione scaturì la *Société des Moteurs Gnome et Rhône*, che avviò una massiccia produzione di motori rotativi per l'aviazione che stava nel frattempo uscendo dalla sua fase pionieristica: ben 25.000 direttamente ed altri 75.000 su licenza! Ed è certamente singolare



In alto: *disegno parzialmente sezionato di un motore radiale rotativo a 7 cilindri.*

Al centro: *il motore Gnome Omega a 7 cilindri capace di erogare 50 CV.*

In basso: *biella madre con biellette di un motore radiale a 9 cilindri.*



ricordare che gli apparecchi da caccia che si scontravano sui cieli d'Europa, quale che ne fosse la nazionalità, montavano comunque motori *Gnome et Rhône*! Quei motori, infatti, erano costruiti su licenza un po' dovunque. In Italia se ne produssero due tipi, da 9 e da 7 cilindri, rispettivamente da 100 CV e 80 CV, dalla SIMGER – Società Italiana Motori Gnome e Rhône – e dalla LUCT – Lodetto, Ubertelli e Cavalchino.

Questa, infine, la scheda riassuntiva relativa agli aerei impiegati dal Regio Esercito nel corso della Prima Guerra Mondiale, equipaggiati con motori GNOME, LE RHÔNE e GNOME ET LE RHÔNE:

AEREI	MOTORI
Farman 1910	Gnome 60 Cv
Bleriot Xi 1910	Gnome 60 Cv
Nieuport 1911	Gnome 60 Cv
Gabardini 1913	Gnome 60 Cv
Filiasi (1913-1915)	Gnome 60 Cv
Macchi Parasol 1913	Gnome 60 Cv
Caproni Monoplano Ca 18 1913	Gnome 60 Cv
Caudron G 3 1915	Gnome 80 Cv Le Rhône 80 Cv
Caudron G 4 1915	Le Rhône 80 Cv
Macchi Nieuport Ni 10 1916	Gnome-Rhône 80-90 Cv
Macchi Nieuport Ni 11-17 1916	Le Rhône 110 Cv
Macchi-Hanriot Hd 1917	Gnome-Rhône 120 Cv

A pilotare quei rozzi velivoli, infatti, non esistendo ancora l'Aeronautica Militare, sopperivano per lo più Ufficiali dell'Esercito, già inquadrati nel Servizio Aeronautico dell'Esercito e dal 1913 nel suo Corpo Aeronautico. Su di un aereo francese, lo SPAD S.VII, prodotto dalla *Societé Pour l'Aviation et ses Dérivés* combatté il Maggiore Francesco Baracca: anche lui proveniva dalla cavalleria, ragion per cui sembrerebbe aver voluto sul suo apparecchio l'insegna di un cavallino rampante, forse reminiscenza dello stemma del suo vecchio reggimento. Ma forse si trattò di un cavalleresco ricordo di un avversario

In alto: *una istantanea del Maggiore Francesco Baracca accanto al suo aereo, con il celebre stemma del cavallino rampante.*
In basso: *dettaglio dello stemma sulla coda del caccia di Francesco Baracca.*

sconfitto originario di Stoccarda, città che si fregia, infatti, al pari peraltro della sua casa automobilistica *Porsche*, di un cavallino nel suo stemma. Di certo quell'insegna campeggiava sul suo velivolo quando il 19 giugno del 1918, dopo 34 vittorie, venne abbattuto. L'apparecchio si distrusse e il pilota perse la vita, ma il cavallino, pur non volando più, poco dopo riprese a sfrecciare.

Nel 1923 un coraggioso pilota di macchine da corsa aveva chiesto alla madre dell'asso, di cui era un fervente ammiratore, il permesso di fregiarsene: ottenutolo lo applicò alle veloci Alfa Romeo con le quali gareggiava. Poi dopo la catastrofe del secondo conflitto, volle quel cavallino sui bolidi che lui stesso, Enzo Ferrari, iniziò a costruire, suscitando ammirazione in tutto il mondo.

A Pompei esordisce il rilievo aerofotogrammetrico urbanistico

Per la rilevanza che ha assunto nell'attuale civiltà il rilievo aereo in generale e delle aree urbane in particolare, espletato soprattutto da satelliti in costante attività, è senza dubbio interessante una rievocazione abbastanza dettagliata del primo rilevamento aereo di una intera città, finalizzato alla realizzazione di una grande carta di estrema precisione, oggettiva e accurata. Centotre anni corrono ormai da quell'evento, compiuto quando gli aerei a stento si sollevavano dal suolo, e la città scelta per quella avveniristica impresa era quanto restava dell'antica Pompei che lentamente si esumava dal suo tumulo di lapilli. Tra le motivazioni della scelta più che un tributo alla storia, il timore che il Vesuvio potesse di nuovo seppellirla e questa volta senza neppure la speranza del recupero dei suoi estremi ruderi. A farsene protagonisti una dozzina di uomini del Battaglione Specialisti del Genio, con mezzi rudimentali e non di rado di personale costruzione, esaltando così le magre risorse tecniche e le ancora più magre economiche dell'epoca. Il risultato, di eccezionali qualità e validità, suscitò l'ammirazione internazionale e ancora oggi costituisce un documento basilare nella vicenda di Pompei.

In alto, da sinistra: *stemma della città di Stoccarda. Stemma della casa automobilistica Ferrari. Stemma della casa automobilistica Porsche.*

Un rilievo a futura memoria

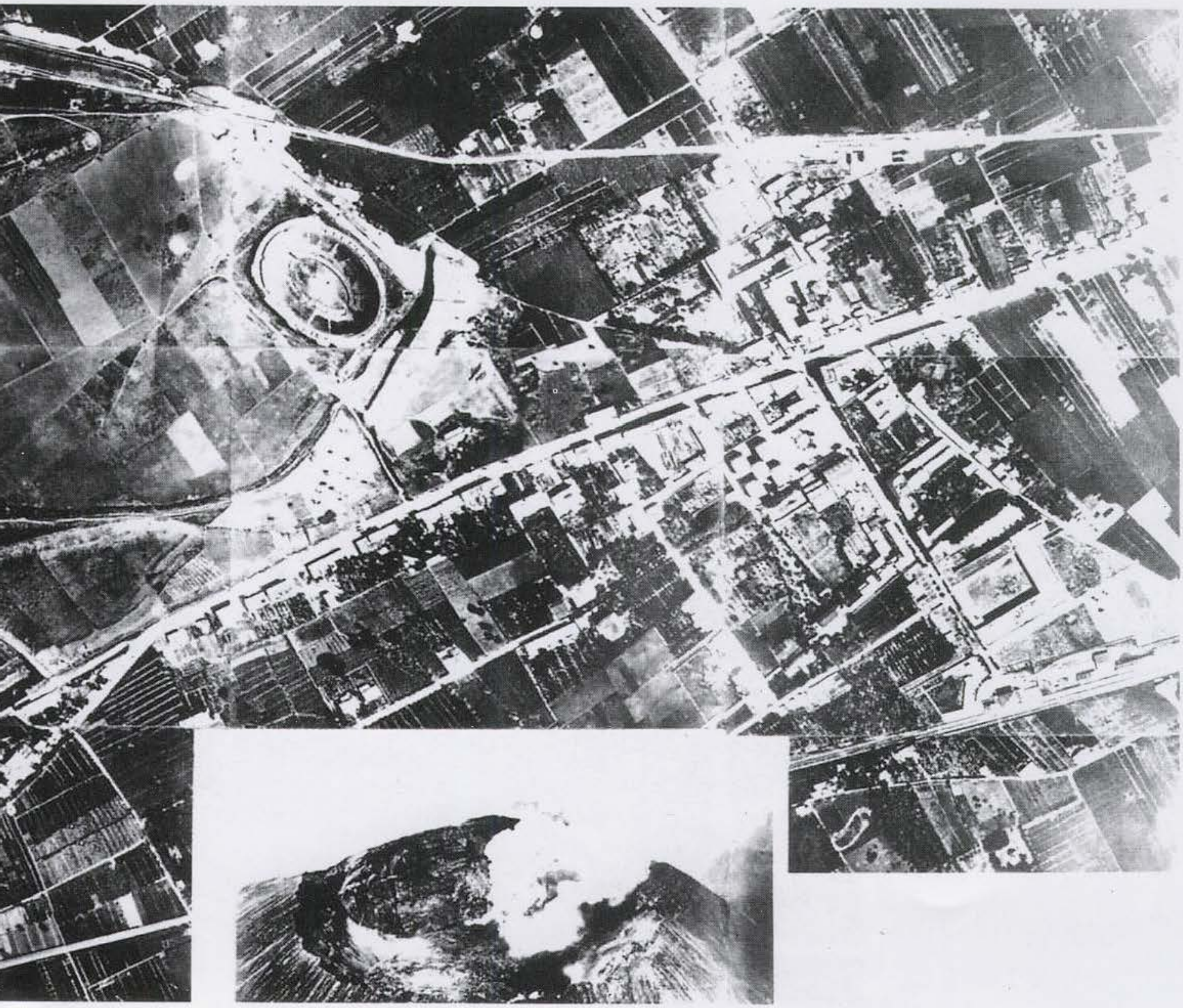
Tra le molteplici finalità del rilievo vi è quella che potremmo definire 'a futura memoria', ovvero una meticolosa rappresentazione in pianta e in alzato, corredata di foto aeree zenitali a grande scala e di foto aeree oblique e di dettaglio, di un'opera architettonica reputata di rilevante valore storico, artistico e culturale, della quale motivatamente se ne ipotizza l'imminente e irreparabile distruzione. Tale esauriente documentazione, se non addirittura esaustiva, può a giusta ragione reputarsi la sua sopravvivenza scientifica, che pur non avendo alcuna presunzione di sostituirla, ne può tuttavia fornire ai posteri le sue connotazioni fin nei minimi particolari, consentendo così di poterne se non altro studiare e apprezzare l'inquadramento ambientale e le correlazioni urbanistiche da lei forniti, sia sotto il profilo funzionale che estetico. Gli odierni elaboratori elettronici, e maggiormente, quelli che si avranno in un prossimo futuro, consentono, e più ancora consentiranno, di ricreare virtualmente, da quelle estreme permanenze, con crescente verisimiglianza, le originarie caratteristiche altrimenti perse irrimediabilmente.

L'ultima guerra, più di tutte le tantissime altre insieme, ha dimostrato quanto questa tipologia di rilievo si sia rivelata non soltanto benemerita ma indispensabile per ricostruire fedelmente gli edifici che le bombe avevano distrutto, permettendo in tal modo con il recupero del passato quello delle proprie radici. Interi quartieri spianati e ridotti a pochi lacerti di mura pericolanti, era ciò che restava di vetusti centri storici, colline di macerie le permanenze di splendide cattedrali gotiche, informi pietraie il lascito di abbazie alto medievali, tanto per citare i più frequenti annientamenti. A titolo di esempio basti pensare che tra i bersagli 'strategici' dei più ottusi bombardamenti alleati spicca quello sugli scavi di Pompei, sui resti delle case romane risparmiate persino dal Vesuvio! Analogo incivile accanimento sull'Abbazia di Montecassino, ad onta dei suoi quattordici secoli di storia. Va inoltre evidenziato che, oltre alle distruzioni belliche che volendo si sarebbero potute facilmente evitare, ve ne sono altre ancora, non meno devastanti e radicali, che esulano però senza appello da ogni volontà ostativa umana e che per l'eventuale successiva ricostruzione ostentano due diverse estrinsecazioni. La prima è quando un sisma di eccezionale intensità distrugge un'intera città, e a volte persino più di una, lasciando però sul terreno significativi ruderi che, anche se ridotti al semplice spiccato sulle fondazioni, permettono di riedificare gli edifici distrutti. E se in tanti casi, tra i quali Pompei e Montecassino, si è potuto procedere a restauri ricostruttivi e integrativi, è dipeso dall'essere scampati alla stessa sorte i relativi rilievi. Rilievi, per vari aspetti, simili a una moderna banca del DNA per le specie in via di estinzione, in cui

non sono i singoli individui a essere conservati ma il loro progetto genetico, col quale se mai dovessero estinguersi sarebbe possibile rigenerarli! Non potranno avere, logicamente, una assoluta identità con gli antenati, ma saranno quanto di più simile ad essi si possa immaginare.

La seconda, del tutto diversa, è quanto avviene invece nelle eruzioni vulcaniche, allorché fagocitano nel loro manto rovente ciò che incontrano, o lo seppelliscono sotto un potente strato di roccia, lapilli e cenere. In pratica fossilizzano per inglobamento, come una gigantesca goccia di ambra, tutto ciò che fino a qualche istante prima lì viveva. In questa rarissima evenienza, rimuovendo quel pesante sudario le trame urbane tornano alla luce, con tutte le case e gli edifici pubbli-

In alto: *l'Abbazia di Montecassino dopo il bombardamento.*
In basso: *il primo rilievo topofotografico di Pompei.*



ci, magari sfondati e malconci ma perfettamente leggibili. Nessuno, però ritiene quel recupero definitivo, poiché i fenomeni vulcanici tendono, con ciclicità incalcolabile, a ripetersi, distruggendo più volte lo stesso abitato, inopinatamente riedificato nello stesso sito. Ed è proprio in quest'ultima evenienza che, per fissare stabilmente quelle effimere esumazioni, il rilievo assurse a protesi della memoria, a registratore analogico indispensabile, specie quando non erano ancora disponibili le fotografie a colori, le riprese cinematografiche e, soprattutto, quelle televisive.

Fu questo il caso di Pompei che da quando ne iniziò lo scavo sistematico ha sempre lasciato intuire ai suoi tanti entusiasti scopritori che la loro opera era e restava una fase transitoria, il rivelarsi lento e faticoso di un immenso tesoro che però, inesorabilmente, prima o poi, era destinato a scomparire di nuovo! E forse proprio per i reiterati avvertimenti dell'inquieto vulcano, peraltro ben noti a chi vive ai suoi piedi, mai come in questo caso si approfittò di quella insperata finestra che gli scavi avevano spalancato su un remoto passato, per carpirne quante più informazioni fosse possibile e fissarle per sempre, misurando costantemente e meticolosamente quanto riaffiorava dopo diciassette secoli prima che improvvisamente si richiudesse. Dal 1748 al 1880, significativamente si erano succedute numerose eruzioni, per l'esattezza nel: 1751, 1754, 1755, 1756, 1757, 1759, 1760, 1761, 1764, 1765, 1766, 1767, 1768, 1770, 1771, 1772, 1773, 1774, 1776, 1779, 1780, 1783, 1784, 1785, 1787, 1788, 1789, 1790, 1793, 1794, 1804, 1806, 1810, 1812, 1822, 1827, 1834, 1835, 1836, 1837, 1839, 1850, 1855, 1858, 1867, 1872, 1873... Di esse alcune raggiunsero il mare con effetti devastanti per gli abitati rivieraschi. Non stupisce, pertanto, che l'opera di rilievo affiancò l'avanzare degli scavi, essendo quello l'unico modo noto per fornirne una oggettiva contezza, rientrando la contemporanea miriade di tele, disegni, schizzi, ispirati da quei ruderi, in un ambito prioritariamente artistico dalla soggettiva attendibilità sia formale che dimensionale di quanto raffigurato.

I rilievi planimetrici, pertanto, a Pompei si avviarono con l'avvio stesso degli scavi[14], per cui già prima del finire del XVIII secolo Francesco La Vega

Nelle pagine precedenti.
Dresda alla fine della II guerra mondiale.
Hiroschima dopo l'esplosione nucleare.

14 In merito cfr. G. LONGOBARDI, *Pompei sostenibile*, Roma 2002, p. 39 e sgg.

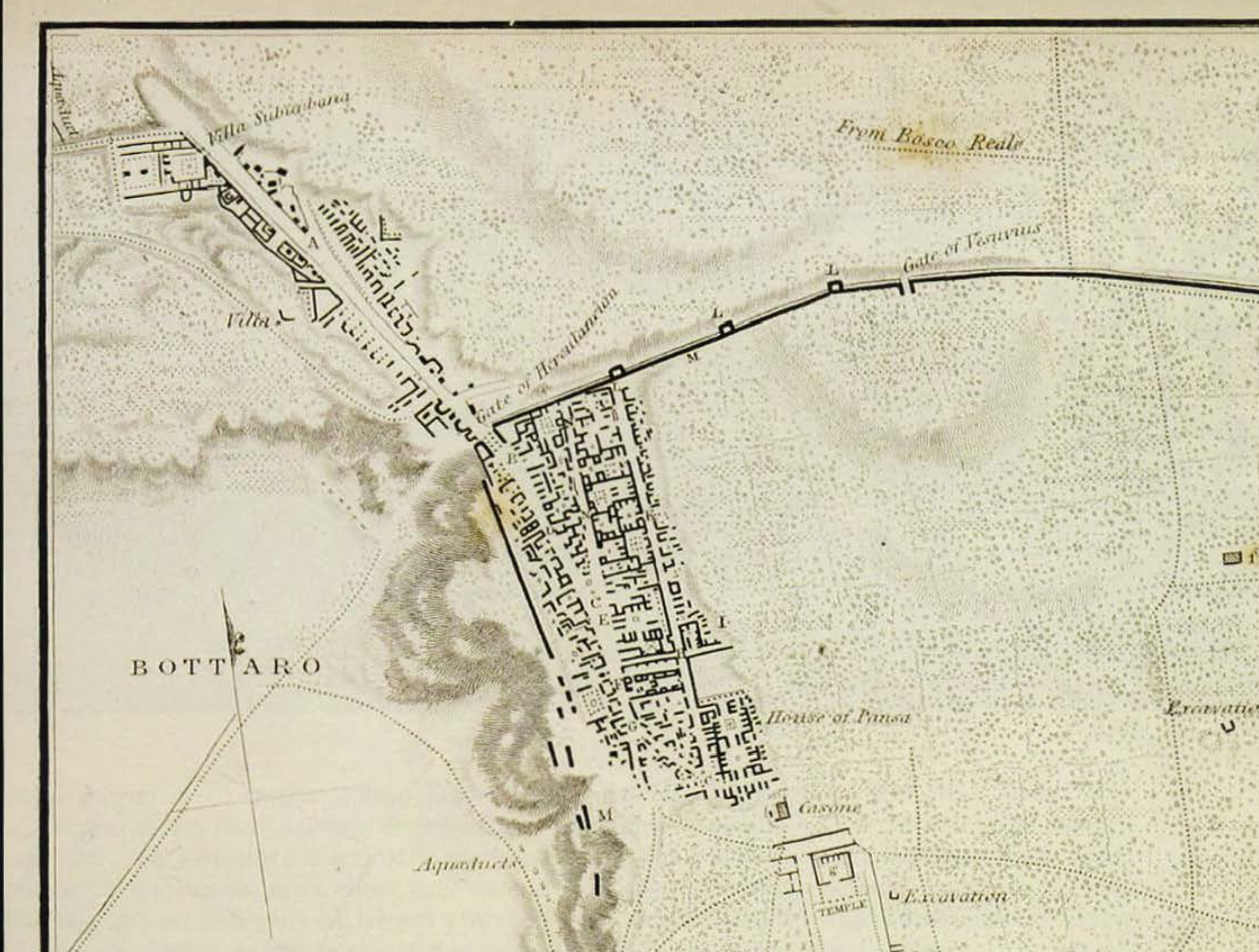
(1737-1815), aveva levate piante parziali di ottima fattura, sebbene la tecnica e il criterio informatore degli scavi non contemplassero ancora il loro recupero, in assoluto il massimo reperto vesuviano, ma la ricerca degli artistici oggetti dei quali i ruderi erano farciti, in una sorta di pesca miracolosa. E quando finalmente l'ambizioso obiettivo di riportare alla luce integralmente la città romana, scomparsa nel pieno della sua vitalità in meno di mezza giornata e miracolosamente ritrovata, fu recepito e condiviso dalla dirigenza culturale del Regno di Napoli, le planimetrie di Pompei si susseguirono, anno dopo anno, *insula* dopo *insula*, quasi senza soluzioni di continuità.

Occorre però osservare che nel caso di Pompei un normale rilievo planimetrico, per minuzioso e scrupoloso che fosse stato, non rispondeva affatto all'anzidetta destinazione a futura memoria: rilevare la pianta di una città ridotta a rudere in poche ore, infatti, non ne fornisce né le caratteristiche strutturali delle sue case, né quella tecnologica dei suoi impianti, né meno che mai la riproduzione sistematica e fedele dei suoi tanti affreschi e mosaici. A differenza di una planimetria urbana tradizionale, in cui all'ingombro piatto degli edifici corrispondono alzati senza dubbio di diversa altezza ma di identici criteri formali, quali a esempio file di finestre uguali e sul medesimo livello, linee di gronda orizzontali, coperture a terrazza o a spiovente, ecc., facilmente prevedibili anche senza conoscerli direttamente, non così a Pompei. Le mura delle sue case non hanno più né una precisa altezza, né terminano con linee di gronda orizzontali, né dispongono ormai di coperture di qualsiasi tipologia: le mura sono spezzate irregolarmente in sommità, i solai sono scomparsi, al pari dei tetti laddove un tempo esistenti, e nulla ne lascia immaginare con discreta certezza la loro originaria connotazione.

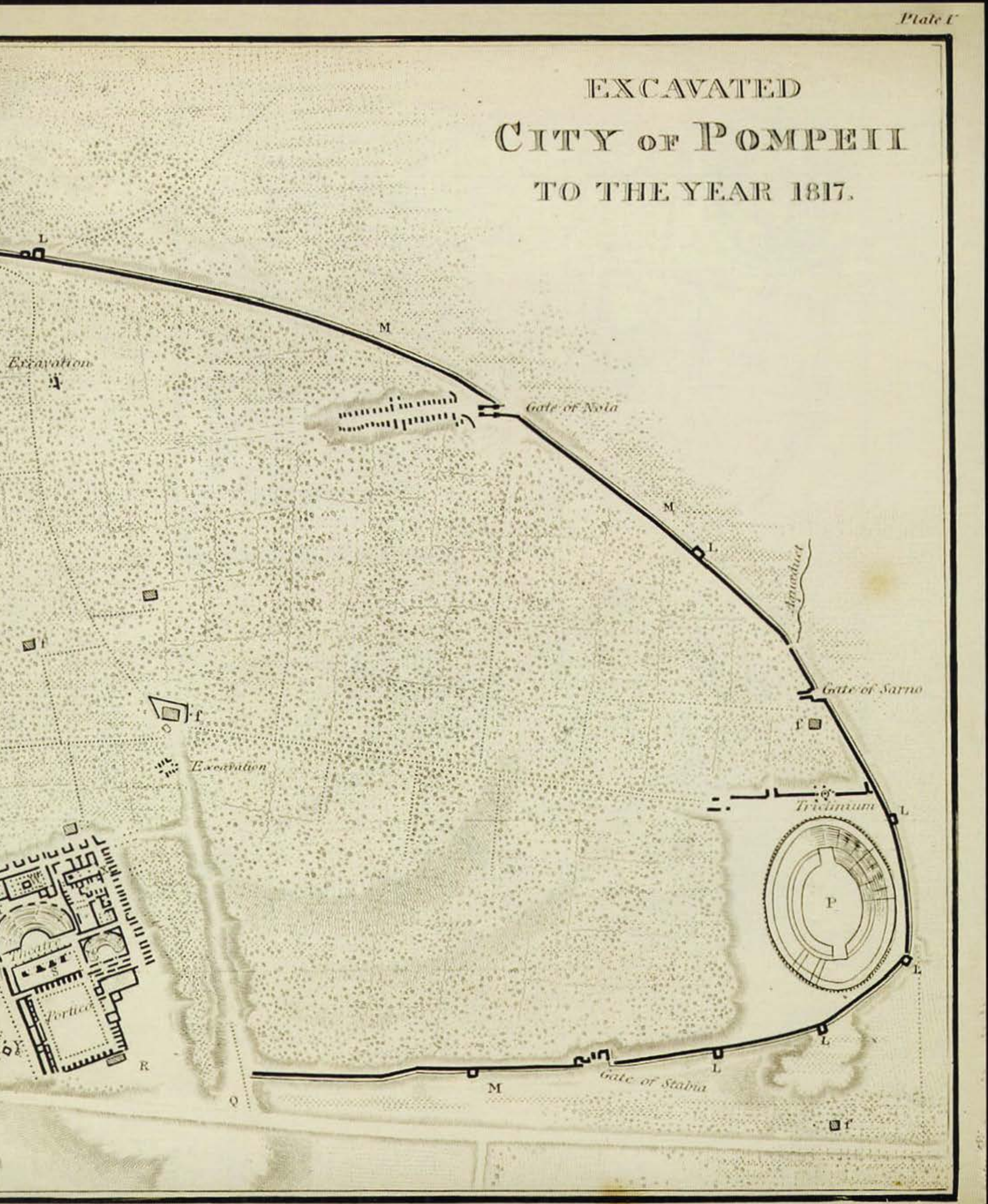
Un rilevo che voglia assurgere ad esaustiva testimonianza documentaria, nella malaugurata ipotesi che il Vesuvio possa riprendersi la sua preda, non può perciò limitarsi al solo ingombro geometrico sul terreno degli edifici, ma di ciascuno deve, invece, fornire oltre alla pianta e all'alzato, anche tutti i dettagli architettonici esterni e i molti decori interni, riproducendoli fedelmente nella condizione in cui l'opera di restauro dopo lo scavo li ha lasciati.

In alto: *Torre del Greco, il campanile, parzialmente fagocitato dalla lava dell'eruzione del 1794, con a fianco la nuova Basilica.*

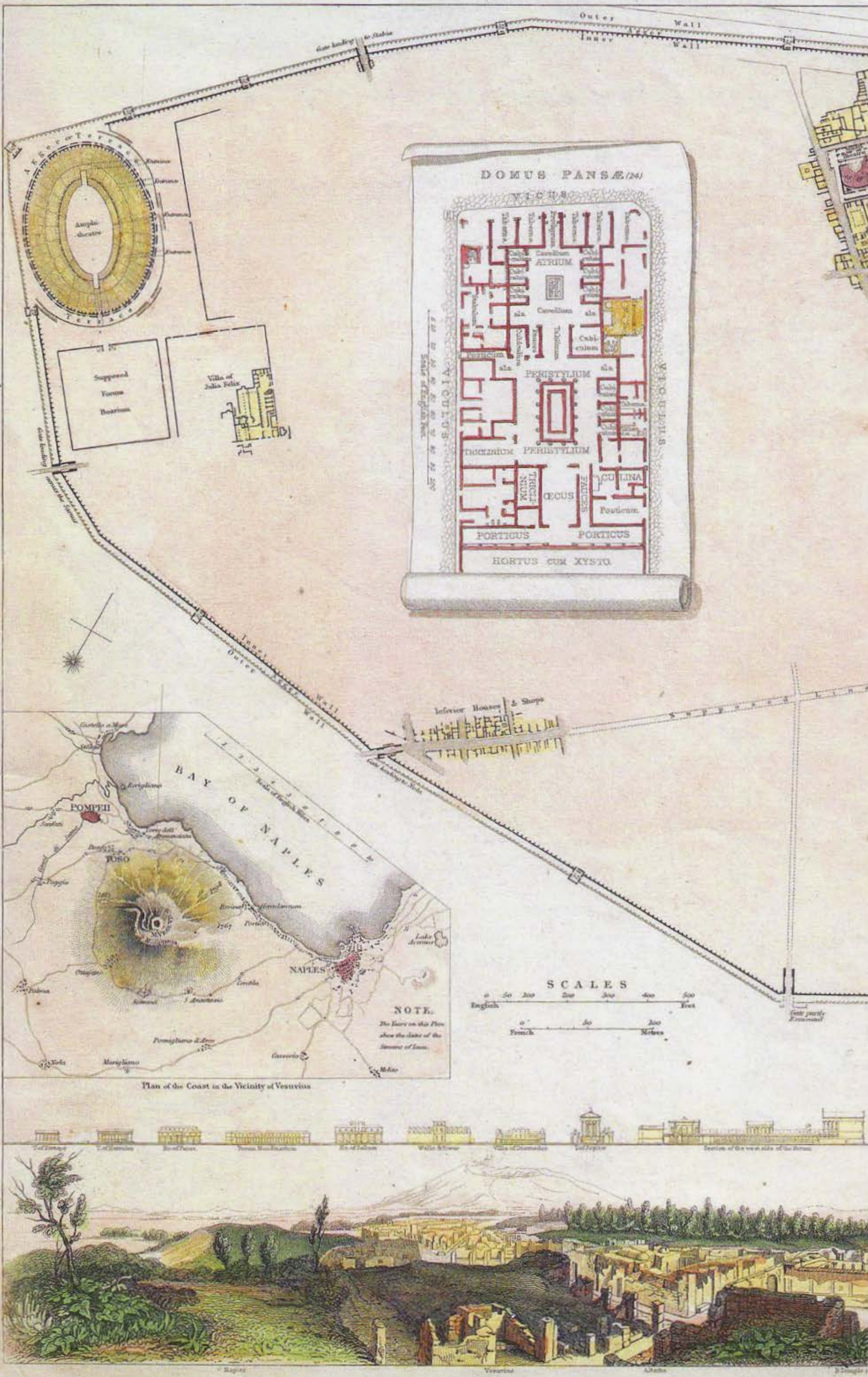
Nella pagina a fianco: *Messina, all'indomani del 1908.*



In queste pagine: *rilievo degli scavi di Pompei in data 1817.*



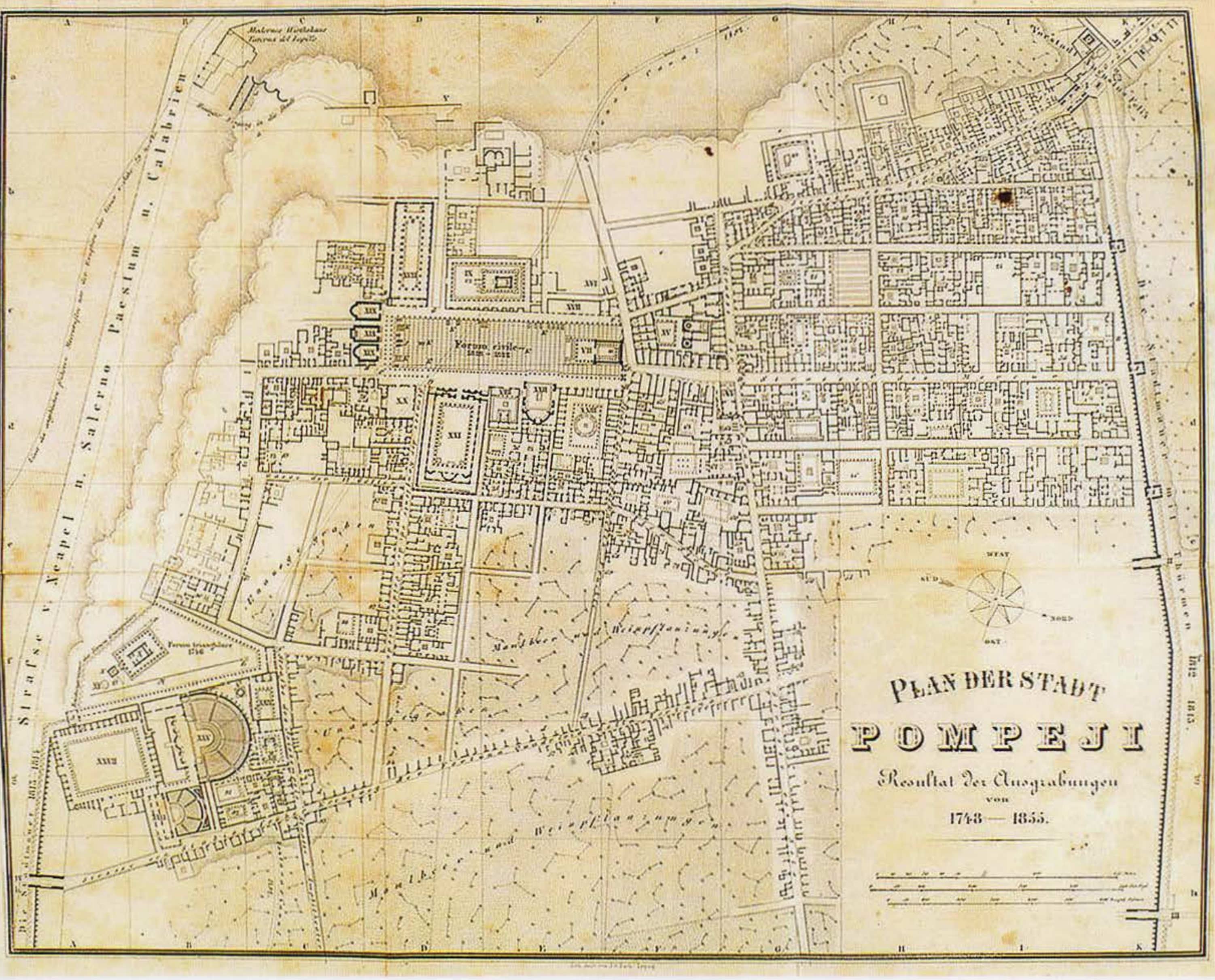
Nelle pagine successive: *rilievo del 1832.*



Drawn by W.B.Clarke Arch.

Published by Baldwin & Cra

POMPEII
Published under the Superintendence of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge
NOTE
1 Tomb with a marble door
3 Funeral Triclinium
6 Pedestal for the Statue of the Tutelary Deity
8 Stairs leading to the Agger
9 House of the Triclinium
11 House of the Vestals
12 Custom House
13 Public Fountain
14 Ho. of a Musician
15 Lodging House of Julius Polybius
16 Ho. of a Surgeon
17 Ho. of Isis & Osiris
18 Ho. of Narcissus
19 Ho. of the Female Dancers
20 Bakehouse
21 Ho. of Sallust
22 Ho. of a Baker
23 Ho. having 3 Floors entire
25 Ho. of the Dramatic Poet
27 Houses of the Fountains
29 Large Triclinium in ruins
31 Ho. of the Quaestor
32 Dried Fruit Shops
33 Shop & Portico
37 Elevated Platform for the Praetor
40 Ho. of the King of Prussia
41 Milk Shop
42 House & School of Gladiators
43 House of Venus & Mars
45 Ho. named after the Emperor Joseph
46 House with Kitchens under Ground
47 Great Cistern
49 Ho. of Queen Caroline
50 Temple of Esculapius
51 Ho. of a Sculptor
52 Towers on the Wall
53 Ho. of Meleager
54 Ho. of the Nereids
55 Ho. of the Emperor Francis of Austria
Apo. Apodyterium. Tep. Tepidarium.
Cal. Caldarium. F. Frigidarium
Te. Temple. T. Tomb.
Road from Salerno to Naples
Supposed Line of the Coast previous to the eruption now distant 2 miles
Openings over the Aqueduct built by Fontana
Triangular Forum
BASILICA
Chalcidicum
FORUM
House of Pansa
The First Excavation
Wall
Suburban Villa of Cicero
Grand court with Portico
Villa of Diomedes
Via Appia



La genesi del modello scala 1/100 di Pompei

A ben vedere la sola soddisfazione all'anzidetta esigenza, proverrebbe da un rilievo tridimensionale, un modello, un plastico dell'esistente a grande scala, indispensabile per consentire la riproduzione di tutte le peculiarità della città vissuta due volte, dagli affreschi ai pavimenti delle sue case. Ed un rilievo del genere fu voluto quasi 120 anni dopo l'inizio degli scavi, quando ormai la parte riportata alla luce di Pompei costituiva già un cospicuo ed unico esempio di città romana sepolta nel pieno della sua vitalità. Significativamente il grande lavoro fu intrapreso pochi decenni dopo la terribile eruzione del 1794, che per l'ennesima volta seppellì la limitrofa Torre del Greco, ridente cittadina costruita, e spesso ricostruita, alle falde del Vesuvio.[15]

15 Sulla storia delle eruzioni del Vesuvio cfr. G. RICCIARDI, *Diario del Monte Vesuvio,* Napoli 2009, volumi III. In merito alle vicende storiche di Torre del Greco e delle sue ripetute distruzioni cfr. R. RAIMONDO, *Itinerari torresi e cronistoria del Vesuvio,* Napoli 1977, pp. 323-94.

Le prime fasi di realizzazione del plastico possono ravvisarsi nel 1821: nell'archivio della Soprintendenza del Museo Archeologico Nazionale di Napoli, infatti, vi sono documenti che fanno risalire all'ottobre di quell'anno e poi alla fine di giugno del successivo, l'esecuzione, a opera di Domenico Padiglione del modello in sughero della Villa di Diomede, sotto il controllo dell'allora direttore degli scavi di Pompei Antonio Bonucci. Da quanto si può dedurre dalla *Guida per lo Real Museo Borbonico*[16], in data 1824 risultano finiti ed esposti già due modelli del genere, oltre al menzionato: quello dell'Anfiteatro e quello del tempio di Iside. Il lavoro non finì lì[17], pro-

16 Cfr L. GIUSTINIANI, F. DE LICTERIIS, *Guida per lo Real Museo Borbonico,* Napoli 1824.

17 Per la ricostruzione dell'intera vicenda cfr. L. GARCIA Y GARCIA, NOVA BIBLIOTHECA POMPEIANA, *Repertorium bibliographicum pompeianum,* Roma 2012, p. 13 alla voce Domenico Padiglione. Ulteriori documenti dello stesso archivio menzionano un modello di sughero del Quartiere dei Teatri, eseguito sempre da Domenico Padi-

babilmente per gli ottimi risultati forniti dalla particolare tecnica e dall'abilità dell'artigiano, e in data 2 maggio 1826 risulta eseguito il modello, sempre in sughero quindi con la medesima tecnica, dell'intera *insula* scavata a est del Foro che includeva oltre allo stesso, il Pantheon, il tempio di Mercurio, il Calcidico ed altre abitazioni private. Ed ancora una volta le riproduzioni non si concludono lì, tant'è che in quello stesso

glione nel 1820 ed attualmente custodito a Londra nel *Sir John Soane's Museum*.

In alto: *ricostruzione virtuale dell'eruzione del 79.*
Nella pagina a fianco: *rilievo del 1855.*

anno viene commissionato all'artigiano oltre al completamento del modello del Calcidico anche quello degli edifici adiacenti in modo da poter completare l'intera *insula* VII. Al pittore Francesco Morelli fu invece affidato l'incarico di eseguire la riproduzione degli affreschi e delle decorazioni interne delle case pompeiane, sempre in scala. Il criterio informatore che, una quarantina di anni dopo, diverrà peculiare del grande plastico a questo punto risulta già completo e, al pari dei modelli, anche gli artigiani ed i pittori si avvicendano nella realizzazione di quella grande impresa non ancora unificata in un unico plastico di Pompei.

Accertate la data e le modalità di esecuzione iniziali, diviene interessante ricordare che il modello dell'intera città dopo quelle tante premesse si intraprese nel 1861, ferma restandone la tecnica da utilizzarsi, forse grazie agli incentivi destinati al settore dopo l'unificazione italiana. L'impresa si può considerare conclusa, dopo alquante interruzioni e riprese, verifiche e integrazioni degli scavi, soltanto nel 1939, alla vigilia della II Guerra Mondiale. E tra le verifiche che si succedettero nel corso della sua interminabile attuazione ne spicca una, la prima del genere al mondo condotta su un'intera città, e in quanto tale priva di precedenti analoghi: il rilievo aereo topofotografico, come si definì inizialmente quello che oggi definiamo aerofotogrammetrico. Eseguito dai militari del Battaglione Specialisti del Genio nel 1910, costituì il debutto del rilievo aereo archeologico su scala urbana, suscitando perciò vasta curiosità e notevole consenso nel corso dei lavori del primo convegno internazionale tenutosi a Vienna nel 1913 dell'*International Society for Photogrammetry*, istituto fondato da E. Dolezal nel 1910 in Austria, con acronimo ISP, oggi mutato in ISPRS, ovvero *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.*[18] Elementari ed ingegnosi i mezzi utilizzati per le riprese fotografiche aeree, in un epoca in cui approssimati velivoli di tela e vimini da pochi anni avevano iniziato sollevarsi da terra, e rudimentali macchine fotografiche, non di rado costruite direttamente dai loro operatori, ancora utilizzanti lastre di vetro. Nonostante ciò le campagne di ripresa, fornirono splendide fotografie.

Il rilievo planimetrico per il grande plastico

Gli scavi archeologici di Pompei presero l'avvio nel 1748, per volontà del nuovo sovrano di Napoli Carlo III, ma fu soltanto dall'inizio del XIX secolo che se ne intraprese, come accennato, una più scientifica conduzione, dando così l'opportunità di formare e la necessità di disporre delle accurate planimetrie. Nei decenni successivi i rilievi, per lo più di eccellente qualità, si susseguirono, dando vita a una serie di mappe che si differenziano fra loro soprattutto per il continuo ampliarsi dell'area scavata all'interno delle mura. A partire dalla seconda metà dello stesso secolo si fece strada dapprima l'idea e subito dopo l'intento di procedere alla levata di una pianta a grande scala, di altissima precisione, destinata principalmente a permettere la creazione del gigantesco plastico della intera Pompei scavata. La sua attuazione era fortemente voluta da Giuseppe Fiorelli, celebre archeologo napoletano che diresse gli scavi tra il 1863 ed il 1875, dando in quel periodo un forte impulso al loro avanzamento. A lui si deve la modifica della conduzione degli scavi, nonché l'idea di realizzare dei calchi colando il gesso nelle cavità lasciate dai corpi dei pompeiani periti nella circostanza.[19] L'idea del plastico, inizialmente suggerita dalla teoria di modelli parziali da decenni ormai già realizzati, in breve si articolò più distintamente, contemplandosi come unico presupposto attuativo l'individuazione di una mappa di rilevante precisione fra le tante esistenti di Pompei, indispensabile per un plastico scala 1/100, che implicava uno sviluppo di una cinquantina di m^2, la sola dimensione adeguata a racchiudere tutta la documentazione strutturale ed iconica dell'intera città, con le sue molteplici *insulae* e le sue tante case. Compito quanto mai complesso e gravoso, che a quel punto si poteva distinguere in tre diverse fasi: la prima contemplava la scelta della mappa destinata a fungere da base per il grande plastico; la seconda consisteva nella costruzione materiale del plastico.stesso, per il quale si decise di non mutare l'impiego del sughe-

18 La Società Internazionale di Fotogrammetria e Telerilevamento, ISPRS, è una organizzazione non governativa internazionale la cui finalità mira a favorire la cooperazione fra le varie organizzazioni mondiali che si occupano di aerofotogrammetria, telerilevamento e scienze dell'informazione. La sua fondazione, che risale al 1910, la rende una delle più antiche istituzione del settore, che in breve potrebbe considerarsi la maniera di trarre 'informazioni dall'immagine'.

19 Circa la realizzazione dei calchi questa la rievocazione della sua invenzione: *"Il 5 febbraio del 1863 mentre si sgombrava un vicolo, il Fiorelli, il direttore degli Scavi, venne avvertito dagli operai che avevano incontrato una cavità, in fondo alla quale si scorgevano delle ossa. Ispirato da un tratto di genio, Fiorelli ordinò che si arrestasse il lavoro, fece stemperare del gesso, che venne versato in quella cavità e in altre due vicine. Dopo aver atteso che il gesso fosse asciutto, venne tolta con precauzione la crosta di pomici e di cenere indurita. Eliminati dunque questi involucri, vennero fuori quattro cadaveri."* Per approfondimenti cfr. G. STEFANI, *I calchi*, Pompei 2010.

ro fino ad allora adottato nei precedenti modelli, né i relativi artigiani di provata abilità, essendo il sughero congruo all'impresa non solo per il suo aspetto e la sua plastica leggerezza, ma anche ricco di esperienze maturate nella realizzazione dei tradizionali presepi napoletani; la terza fase infine, implicava l'impianto iconico dei decori e degli affreschi, in pratica la posa in opera, sulle superfici di sughero, delle pareti e dei massetti di calpestio, delle riproduzioni dipinte su idonei supporti, anch'esse in scala 1/100, degli affreschi e dei pavimenti, eseguite da rinomati pittori con la massima aderenza agli originali. Anche per questa soluzione si ricorse alla stessa tecnica adottata già quarant'anni prima, con puntigliosa esattezza.

Tuttavia l'ambizioso programma dell'ispettore Giuseppe Fiorelli, di realizzare un modello generale dell'intera città di Pompei, era talmente complesso e irto di difficoltà da non risultare assolutamente confrontabile con quanto fatto fino ad allora se non nella semplice terza fase, tant'é che fu subito chiaro che per avviarlo in maniera corretta, sarebbe stato necessario procedere preliminarmente a un nuovo e meticoloso rilievo topografico della città nella sua interezza, e non più eseguito per episodi singoli e poi uniti, come già avvenuto per i primi modelli di sughero nei precedenti anni '20. La planimetria da usare come base per il modello non poteva ottener-

In alto: *fotoritratto di Giuseppe Fiorelli.*
In basso: *alcuni calchi di gesso delle vittime dell'eruzione del 79, metodo inventato dal Fiorelli.*

si per semplice ingrandimento di una qualsiasi delle esistenti, procedura che se mai ne avrebbe accentuato le eventuali difformità, ma doveva risultare da una levata appositamente dimensionata per quello scopo. Volendo perciò procedere senza alcuna approssimazione, era indispensabile effettuare un rilevo topografico di precisione, opzione pienamente condivisa dal direttore degli scavi arch. Michele Ruggiero, che proprio perché tecnico ne era perfettamente conscio, per cui sollecitò al Fiorelli l'avvio del suddetto rilievo imprescindibile per la realizzazione di un modello a grande scala, scrivendogli in questi termini:

"5 Agosto 1869.

Perché il lavoro del modello in sughero della città di Pompei proceda in buona regola e perché si possa riscontrare l'esattezza delle isole ritratte prima del 1862 quando il defunto Felice Padiglione rilevava da se stesso le piante, crederei indispensabile di far rilevare una pianta generale di tutta la parte finora scavata nella proporzione del detto modello (che é il centesimo del vero) con i soli contorni delle isole e con le strade e le piazze. Nel qual modo si potrebbe emendare qualche errore corso nei modelli già fatti e si sarebbe certi che alla fine dell'opera non s'incontrerebbe alcuna difficoltà nel mettere insieme le diverse isole che la compongono.

Avendomi la S.V. accennato di un lavoro eseguito dagli ingegneri militari parecchi anni sono, io ne cercai all'Ufficio Topografico, dove ho verificato che non è stato mai fatto altro che la triangolazione di pochi punti della città di Pompei riferibili a qualche campanile dei vicini comuni di Torre Annunziata e Bosco tre case, di cui ho tolto una copia che le invio col presente rapporto e dalla quale si conosce chiaramente che nel caso nostro questo lavoro non può essere di alcuna utilità. Per la qual cosa prego la sua bontà di prendere in seria considerazione la mia proposta e disporre che sia fatta la detta pianta nel modo e da chi crederà più opportuno.

L'architetto direttore: M. Ruggiero"[20]

20 La citazione è tratta da L. GARCIA Y GARCIA, NOVA BIBLIOTHECA POMPEIANA, *Repertorium...*, cit., p. 15.

Nella lettera si coglie la conferma che i diversi modelli fino ad allora eseguiti erano affetti da errori che ne impedivano la reciproca integrazione: la causa, più che al loro approssimato rilievo, andava ascritta all'inesattezza di quello delle strade, lungo le quali venivano collocati, e in particolare del loro orientamento. La deficienza, in apparenza insignificante su ogni modello singolarmente preso, in pratica però ne impediva l'unione di contigui quando si fosse deciso di realizzare blocchi maggiori. Perfettamente consapevole della questione il prof. Ruggiero, per evitare il ripetersi di quella frustrante difformità, suggerì non solo di procedere ad un nuovo rilievo, ma anche di avvalersi di un vero topografo, di un tecnico che fosse specializzato nei rilievi plano-altimetrici di precisione. Le parole del Ruggiero, peraltro, sembrano ribattere a una precedente risposta datagli dal Fiorelli alla medesima richiesta, nella quale forse lo invitava a cercare un rilievo del genere che gli sembrava di ricordare già effettuato e che reputava idoneo allo scopo essendo stato levato da ingegneri militari. L'esito negativo delle ricerche dimostrò l'infondatezza del ricordo, e assodò, per contro, che gli ingegneri in questione si erano limitati a effettuare unicamente la sola triangolazione di base, verosimilmente tra il 1826-'40, per cui nulla del genere era mai esistito. Occorreva, pertanto, per dar seguito alla sua opinione, trovare un tecnico adeguato, possibilmente di estrazione militare, essendo, anche per il Ruggiero, i cartografi dell'Esercito i più esperti e quindi indicati per tale compito, dove la competenza richiesta era quella maturata e sperimentata per lunghi anni nelle levate topografiche ad ampia copertura e nella relativa restituzione grafica, che, giova sottolinearlo, all'epoca includeva una articolata visione artistica. Un tecnico con caratteristiche del genere poteva, perciò, provenire solo dal *Reale Officio Topografico Napoletano* del Regno delle Due Sicilie,[21] nel frattempo confluito insieme all'*Ufficio del Corpo di Stato Maggiore* del Regno Sardo, all'*Ufficio Topografico Toscano*, nel *Corpo di Stato Maggiore del Regio Esercito Italiano* con sede a Firenze dal 1865. Tra i primi suoi compiti, riconosciuta la basilare esigenza del neonato Stato di disporre di una cartografia nazionale ufficiale, con una legge del 1872 ne affidò la realizzazione all'anzidetto corpo militare, che nel frattempo era diventato l'*Istituto Topografico Militare*, per essere infine, dal 1882, l'*Istituto Geografico Militare*: quel grandioso compito richiederà oltre 30 anni di lavoro, con levate esclusivamente terrestri.

L'ex topografo militare

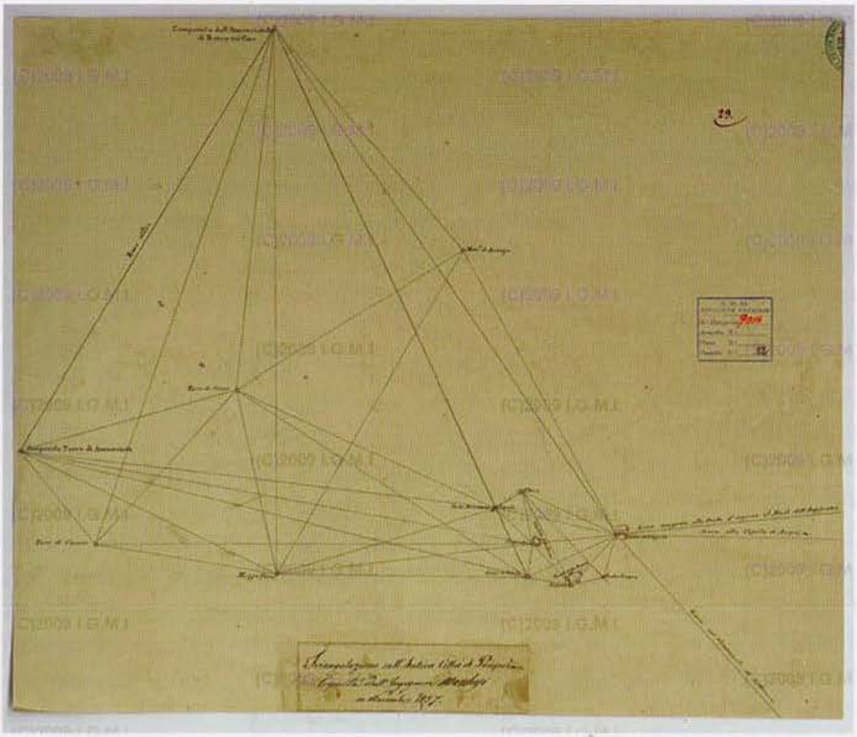
La scelta di un esperto topografo cadde su Giacomo Tascone che, dopo una carriera trascorsa come disegnatore topografo nel *Reale Officio Topografico* dal 1840, e poi dal 1861 nel *Corpo di Stato Maggiore del Regio Esercito Italiano*, richiese il pensionamento anticipato nel 1864, ed ottenutolo il 26 gennaio 1865 all'età di 47 anni lasciò l'attività militare.[22] Nel 1870 assunse l'incarico di ingegnere nell'ufficio tecnico degli scavi di Pompei: sensato perciò supporre che tra il Tascone ed il Fiorelli, in quello scorcio storico, si fosse stabilito un rapporto di stima e fiducia reciproca, forse non del tutto estraneo al suo prematuro pensionamento. Quale che ne fu la ragione, immediatamente dopo l'assunzione dell'incarico, iniziò i rilievi topografici per la grande carta ritenuta propedeutica al modello, secondo la richiesta del direttore Ruggiero. Scriveva, infatti, giusto un decennio dopo in una sua breve pubblicazione al riguardo:

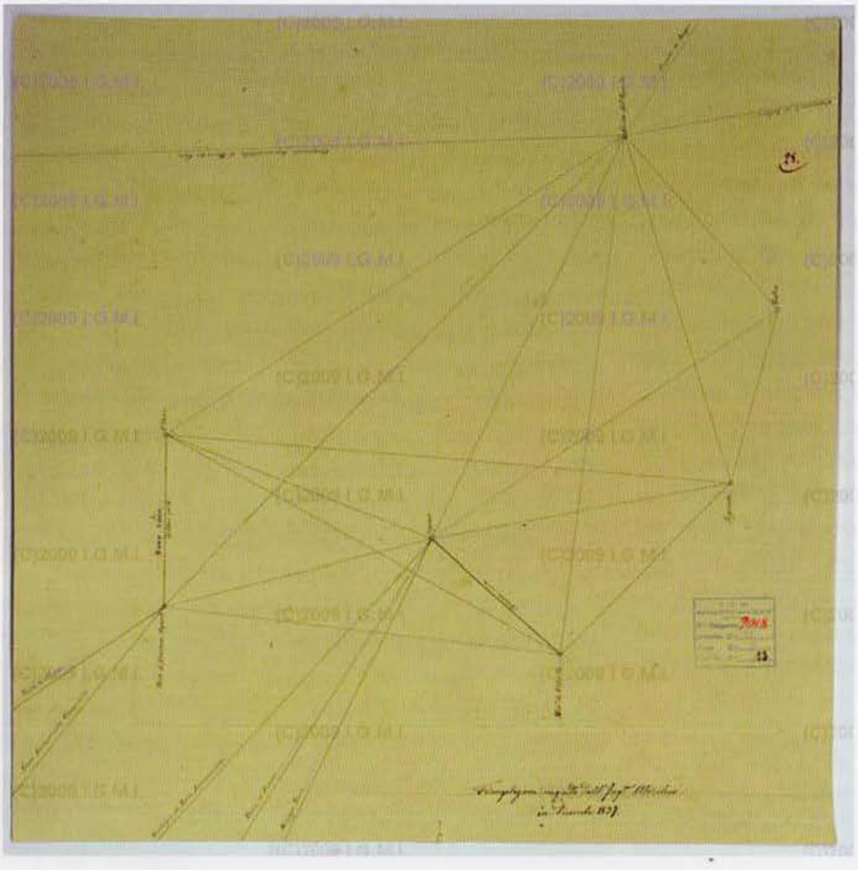
"L'illustre commendatore Giuseppe Fiorelli, a proposta del prof. Michele Ruggiero, ingegnere direttore degli scavi di antichità, dispose la esecuzione del rilievo topografico della gran pianta della città di Pompei, corredata di tutti i particolari altimetrici e planimetrici, e di quant'altro poteva servire ai bisogni dell'amministrazione dÈdetti scavi, ed a poter dare ben'anche gli elementi tutti per la costruzione del modèllo plastico di detta Città, da farsi alla scala del centesimo. Fu disposto quindi che tali speciali lavori dovevano essere affidati ad un ingegnere topografo. Nel 1870 nella mia qualità di ingegnere e già di topografo dello Stato maggiore, gli esposti lavori mi venivano affidati. Ne intrapresi l'esecuzione. Prima cura fu quella di ispezionare attentamente la Città in discorso, affin di studiare un metodo per l'andamento dei lavori da farsi che, oltre alle norme di regola, avesse raggiunto il duplice scopo della massima esattezza e della sollecitudine. Mi occupai

21 Per approfondimenti sul Reale Officio Topografico di Napoli, cfr. F. GALLUCCIO, *Cartografie della Provincia di Napoli, in Due secoli della Provincia, due secoli nella Provincia,* Napoli 2007, p. 97.

Nella pagina a fianco: *uno scorcio del grande plastico in cui è possibile osservare le riproduzioni interne degli affreschi e dei pavimenti nello stato di rinvenimento.*

22 Sulla biografia e la carriera di Giacomo Tascone, cfr.V. VALERIO, *Società Uomini e Istituzioni cartografiche nel Mezzogiorno d'Italia,* Firenze 1993, pp. 635-637.





In alto: *fogli della triangolazione per il rilievo di Pompei: il primo compiuto nel settembre del 1837, il secondo nel dicembre 1837.*

Nella pagina a fianco: *il piano quotato sul livello medio del mare per il rilievo topografico di precisione di Pompei del Tascone.*

in prima della triangolazione, operazione indispensabile e principale, o meglio fondamentale per questo importante lavoro; attendendo:

1° Alla scelta del sito per la base, dovendo essere il più elevato, senza ostacoli per la misurazione di essa, ed anche per buona posizione rispetto ai vari punti da determinare.

2° A fissare i punti principali, quasi tutti in siti agevoli per la stazione, disponendoli per quanto più fosse possibile alla regolare equidistanza fra loro, per ottenere buone intersezioni. A procurare che da ciascuno di detti punti si osservassero quanti più se ne potevano, e più ancora a far che la loro posizione fosse tale da poter ben determinare gli altri punti secondari, quelli cioè che occorrono per la levata della pianta.

3° Ad ottenere che la maggior parte di questi punti secondari fossero del pari stabiliti nei siti da potercisi fare stazione; dovendo, oltre a tutti gli altri punti che si fossero stimati necessaria preferenza essere gli sbocchi delle vie, affinché si ottenesse la vera posizione di queste.

Ciò premesso, stimo accennarne in breve pochi particolari.

La scala adottata fu quella del millesimo [1/1000] *che trovai opportuna pel buon andamento di tale operazione. La base fu tracciata sul terrapieno addossato al muro di cinta a nord-ovest della Città, presso la così detta Porta ercolanese. La lunghezza di detta base fu stabilita di metri 248, che atteso le ottime condizioni del sito fu misurata e rimisurata più volte, com'è di regola. In essa furono stabiliti, oltre i punti estremi, altri due intermedi, affinché si fosse*

potuto con sicurezza intraprendere la esecuzione di questa interessante operazione."[23]

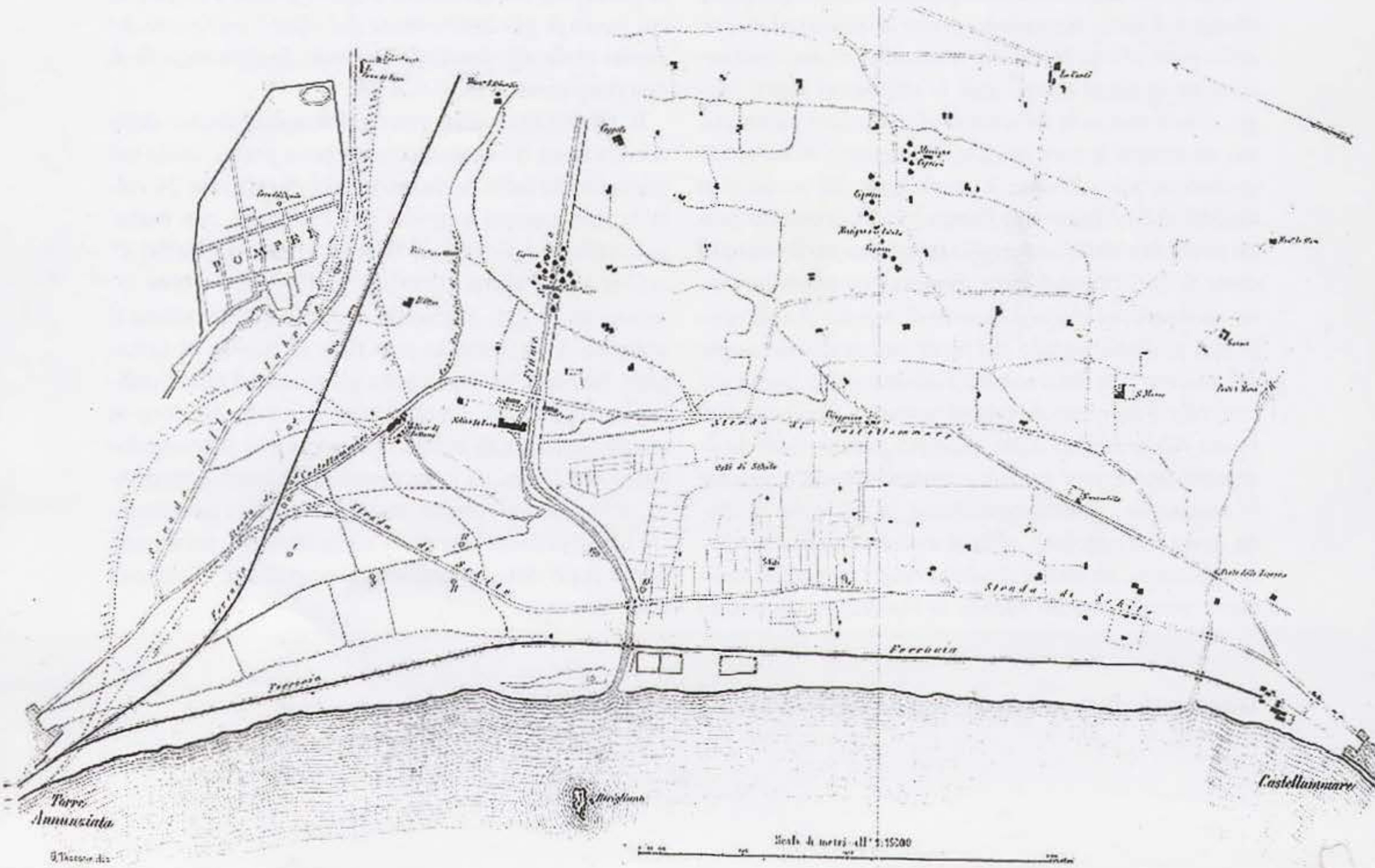
Stando a queste prime note si può dedurre che Tascone adotta, senza dubbio perché perfettamente competente in materia, il solito criterio informatore del sistema di rilevamento topografico tramite triangolazioni a grandezze decrescenti, dal 1° ordine al 4°, usato nelle levate cartografiche militari, ma limitandolo a soli due ordini e adattandolo alle modeste dimensioni dell'antica Pompei. La levata, pertanto, inizia con la costruzione di una base misurata, definizione che designa una distanza, rilevata tramite misurazione diretta, tra due punti che ne costituiscono gli estremi. Quindi misurando da questi, i due angoli formati con un particolare terzo punto, scelto in modo da formare con gli estremi della base misurata un triangolo ideale all'incirca equilatero, tornava possibile per via trigonometrica calcolare la lunghezza di ambedue, trasformandoli così in altrettante basi, definite però 'calcolate', per il prosieguo a catena della triangolazione.

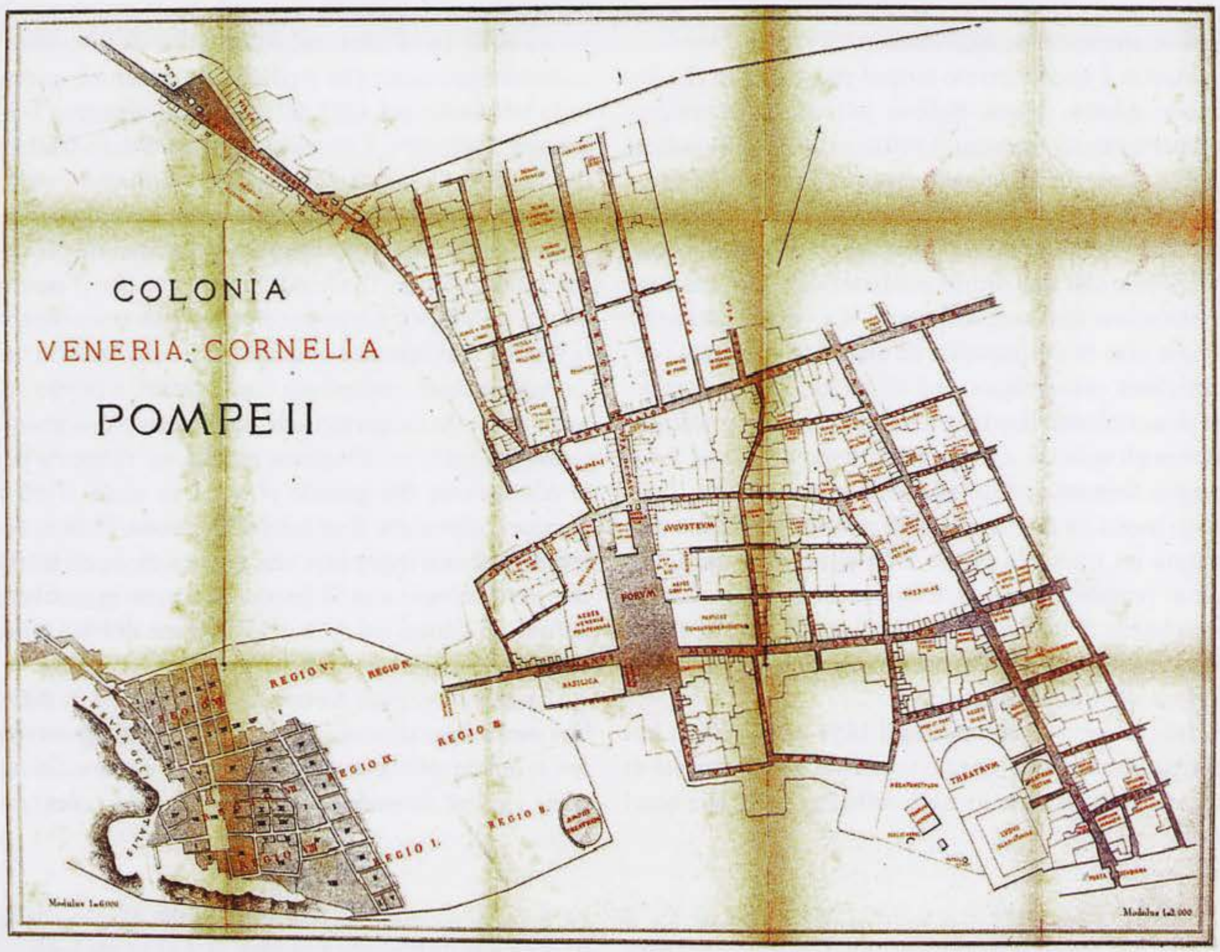
Tale sistema è adottato tra il 1859 ed il 1878 in Italia, partendo dalla creazione di otto basi misurate di circa 10 km in varie località della Penisola, alle quali fu appoggiata la rete dei triangoli del 1° ordine per la levata della carta nazionale. Dal punto di vista storico la triangolazione per il rilievo del terreno è un metodo introdotto nel 1617 dal topografo olandese Willebrord Snellius[24], e consiste nel raccordare fra loro dei punti individuati sul terreno, trasformandoli in altrettanti vertici di una ampia rete a maglie triangolari, con triangoli di forma il più possibile prossima all'equilatera. Il metodo, pertanto, che Tascone adotta a Pompei, come accennato, può considerarsi la replica in miniatura di quello usato per la carta nazionale, metodo complesso e sofisticato, a primo acchito del tutto esagerato, che però trova piena giustificazione nella millimetrica precisione richiesta per la costruzione del grande plastico in scala 1/100 a cui quel rilievo era finalizzato. Continua, infatti, l'esposizione dell'ingegnere che passa a elencare quelli che per analogia con la levata nazionale potrebbero definirsi i vertici del 1° e del 2° ordine del suo rilievo pompeiano:

"I punti principali furono 58, e ciascuno stabilito con molte intersezioni, gli altri secondari da servire per la levata della pianta furono 38; ed ognuno fissato come i primi, tenendo presente ancora che i citati se-

23 Da G. TASCONE, *Sui lavori geodetici e topografici di Pompei*, in *Pompei e la regione sotterranea del Vesuvio nell'anno LXXIX*, Napoli 1879, parte seconda pp. 3-4.

24 Per approfondimenti cfr. P. VAN GEER, *Notice sur la vie et les travaux de Willebrord Snellius*, in *Archivi néerlandaises des Sciences naturelles et exactes*, 1883, 453-468.



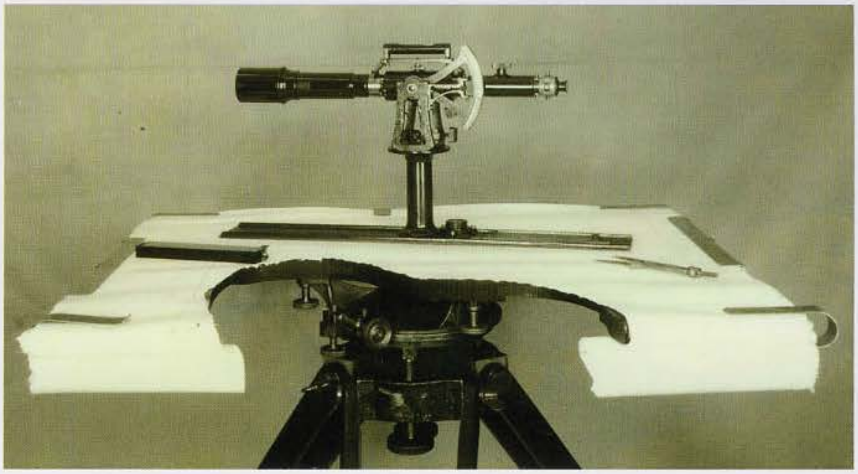


condari, che determinano la posizione delle vie, come di sopra è detto, dovevano servire di norma al rilievo della gran pianta in parola. A tavolino ne feci accuratamente le misurazioni; indi le riscontrai sopra luogo, e così non solo mi assicurai della loro esattezza, ma ne ottenni le vera misura, eliminando in tal modo qualunque piccolissima imperfezione. Mi occupai in seguito dell'altimetria di Pompei, ed in prima del piano stradale e della campagna compresa tra le mura di cinta della Città medesima, formandone un esatto piano quotato eseguito col sistema di regola; indi lo rapportai al livello medio del mare nel seguente modo. Dopo aver ben determinata l'altezza della soglia del cancello d'ingresso a Pompei, spinsi la livellazione al punto più prossimo della spiaggia percorrendo la linea più breve, cioè per vie e viottoli che attraversano le campagne. Questa operazione fu più volte ripetuta, come era regolare, affin di evitare qualche picciola differenza; di fatti il risultato riuscì di grande esattezza; perché avendo riferita la livellazione in parola al pilastrino sul canale di Bottaro presso Pompei, la cui quota fu già determinata dal chiaro ingegnere del Genio civile sig. Annibale Corrado, la differenza fu di ben poco conto, cioè 0.018."[25]

Il riferimento alle ripetizioni sistematiche della misurazione trova spiegazione nella prassi, usata nel rilevamento della carta nazionale, di reiterare 24 volte le misurazioni angolari del 1° ordine, con battute eccedenti i 30 km, di 18 reiterazione quelle del 2° ordine e di 9 al massimo per quelle del 3° ordine inferiori ai 10 km, lasciando a quelle del 4° ordine il compito di infittire la rete fino al rilievo di dettaglio. Tascone, perciò, adotta gli standard del 3° ordine, anche se i lati dei suoi triangoli non eccedono le poche centinaia di metri. E se anche per la triangolazione del 3° ordine è necessario utilizzare il teodolite, per quella di Pompei basta un semplice tacheometro o, più probabilmente, la solita tavoletta pretoriana per il resto delle operazioni topografiche. Continua così Tascone:

In alto: *il quadro d'insieme del rilievo topografico di precisione del Tascone.*

25 Da G. TASCONE, *Sui lavori geodetici...*, cit., p. 4.



"Dopo questo lavoro, rilevai alla scala del mille, adottata per la triangolazione, come sopra è detto, il perimetro di Pompei e la posizione delle vie tutte; indi ne formai un foglio d'insieme, affin di disporre le singole tavolette sulle quali si doveva eseguire il rilievo. Pria però di stabilire la conveniente scala di rapporto per la levata di questa pianta, presi in considerazione la disposizione del fabbricato di Pompei, la grandezza delle isole che lo compongono, la lunghezza e la giacitura delle vie ed altri particolari; e fra l'altro la condizione che tale pianta doveva essere ridotta alla scala del centesimo pel modello più volte citato. Dopo maturo esame stimai di adottare la scala del quattrocentesimo. Quindi sul citato foglio d'insieme disposi il numero delle tavolette in modo che avessero avuto per limiti di attacco le vie, i cui sbocchi erano stati ben determinati, come dinanzi è detto, onde così rimuovere qualsiasi minimo errore, specialmente sulla loro orientazione. Il numero di queste tavolette fu 12; e ciascuna comprendeva in media 8 punti determinati dalla triangolazione di sopra esposta. Intrapresi di poi il rilievo topografica della gran pianta in discorso; ed affin di evitare qualche imperfezione a causa della grandezza della scala prestabilita del quattrocento, stimai adottare, oltre alle consuete norme di regola, il seguente modo."[26]

L'aver scelto come origine delle tavolette, (nome derivato ai fogli sui quali si tracciava il rilievo effettuato col ricordato impiego della tavoletta pretoriana), quella delle strade partenti dalla tratta rettilinea fra Porta Ercolano e Porta Vesuvio, già utilizzata per formare la base misurata, scaturiva non solo dall'essere le principali vie di Pompei, ma anche dal loro andamento rettilineo e parallelo. Il loro orientamento, infatti, risultava unico, per cui tali assi viari paralleli fra loro potevano equipararsi al profilo delle pendenze evidenziate da altrettanti piani di sezione, rendendo perciò agevole ricavare le altezze relative in ogni punto del piano stradale e degli edifici. Le quote furono correttamente riferite al livello medio del mare, che il Tascone con una serie di lunghe battute, andò a ricavarsi direttamente sulla non lontana spiaggia, presso la foce del Sarno.

Quanto all'adozione della tavoletta pretoriana, di cui Tascone sicuramente si servì per le levate di dettaglio, trasse il suo nome da Giovanni Ricther, nome latinizzato in *Praetorius,* professore di matematica all'Università di Altdorf, che verosimilmente l'inventò intorno al 1590. In linea di massima consisteva:" in una tavoletta quadrata d'una mediocre dimensione, 40 cm circa di lato, poggiata su un treppiede e fornita di alidada, di bussola e di triangolo altimetrico... Lo strumento fu molto adoperato una volta per le levate topografiche della maggior parte dei Paesi d'Europa, perché gli operatori non hanno con esso né da leggere né da trascrivere né da riportare angoli sulla carta, per ottenere le proiezioni della linea visuale, in una parola, per la planimetria almeno non c'è pericolo d'errori di lettura. Altra particolarità notevole della tavoletta è che essa può servire a risolvere graficamente e immediatamente sul terreno molti quesiti di geometria pratica, cioè di topografia... Il merito di aver proposto l'applicazione del cannocchiale alla diottra della tavoletta fu del bolognese Giuseppe Antonio Alberti... Anche i rilievi topografici eseguiti dagli uffici militari dei diversi Stati italiani (Modena, Napoli), nella prima metà dell'Ottocento furono per la più parte compiuti con la tavoletta, come con questa fu compiuto più di recente dall'Istituto Geografico Militare il rilevamento topografico per la gran carta d'Italia."[27] Tornando al Tascone, la sua pubblicazione prosegue ricordando che:

26 Da G. TASCONE, *Sui lavori geodetici...*, cit., p. 5.

In alto: *la tavoletta pretoriana.*

27 Da G. BOFFITO, *Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti*, Roma 1982, ristampa dell'originale edita a Firenze nel 1929, pp. 99-102. Una anticipazione della tavoletta pretoriana si coglie nel 'tamburo' di Belli: al posto della tavoletta viene usato un tamburo sulla cui superficie di pelle viene posto il foglio da disegno ben fermo e tramite una diottra si possono tracciare gli angoli formati con i diversi punti prestabiliti. In merito cfr. D. STROFFOLINO, *La città misurata. Tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*, Padova 1999, p. 30 e p. 63.

"Mercé i punti determinati nella triangolazione ridotta, e specialmente quelli che stabilivano la posizione delle vie che ricadevano su ciascuna tavoletta, rilevai a preferenza il loro andamento; e così ottenni nel tempo stesso la vera posizione di esse ed il perimetro delle varie isole scavate, che costituiscono parte della città di Pompei. Determinai in seguito per ciascuna di dette isole la posizione degli atri, dei portici, giardini e quant'altro stimai necessario delle singole case. Stabilii ancora la disposizione dei muri che dividono un casa dall'altra. Disposto in tal modo il lavoro in parola, mi occupai a rilevare i particolari sulle tavolette, e tenendo presente che doveva ridursi alla scala del centesimo pel citato modello, stimai necessario segnarvi per ogni menoma parte le dimensioni, non escluse le varie grossezze dei muri. A grande scala presi pure i particolari di taluni principali edifizi, cioè dei tempi, portici, teatri, Anfiteatro, ecc., formandone del pari delle sezioni necessarie, affinché nelle riduzioni da fare, come sopra, e nella costruzione del ripetuto modello, si fossero serbate le loro vere forme. Con tale sistema dunque ho eseguito questo lungo e faticoso lavoro, che man mano sarà portato a compimento. Oltre agli esposti lavori ho stimato di riunire e disegnare in un foglio l'intero rilievo topografico al quattrocento di sopra narrato, affinché si vedesse l'insieme di Pompei. Mi sono occupato ancora a fare le riduzioni alla scala del mille dei rilievi suddetti, affinché si ottenesse in un foglio di sesto regolare la intera pianta della Città in parola. Ho indicato in un foglio della stessa scala del mille, servendomi degli elementi avuti pel piano quotato di sopra citato, il movimento a curve orizzontali alla equidistanza fra loro di un metro, onde a colpo d'occhio osservare la giacitura del piano di Pompei. Finalmente essendo stato incaricato, come sopra è detto, di fornire gli elementi tutti per la costruzione del modello, ho dovuto fare dai rilievi topografici, che man mano ultimava, le riduzioni al centesimo e corredarlo di ogni particolare. Ho livellato ancora quasi tutte le località delle varie case di ciascun'isola onde ottenere gli svariati piani. Infine ho dovuto dare tutti i particolari per la buona riuscita del lavoro.

Con siffatti elementi dunque e con altre norme da me date è stato eseguito in breve tempo e con la massima precisione il modello in parola alla scala del centesimo. Questo utile ed importante lavoro ideato dall'illustre commendatore Fiorelli deve tenersi in gran pregio non solo per la sua bellezza, ma più di tutto perché rappresenterà in avvenire la disposizio-

ne di quelle fabbriche cavate con tutti i dipinti e le decorazioni, ove mai col trascorrere degli anni potessero essere distrutte, e torna a somma lode del nominato inventore Fiorelli, del prof. Ruggiero, Direttore degli scavi, il quale valutandone l'importanza, con la sua nota solerzia ne dispose subito la esecuzione. Questo modello, di cui ben poco resta a fare per essere al completo cogli scavi di Pompei, trovasi esposto nel Museo Nazionale di Napoli ed è con grande ammirazione veduto da tutti

GIACOMO TASCONE *dell'Ufficio Tecnico degli Scavi* "[28]

Sebbene Tascone eviti di scriverlo esplicitamente, il grande plastico in programma, nelle intenzioni del Fiorelli che lo ha commissionato, deve costituire un documento destinato a sopravvivere ad una non improbabile nuova distruzione della città da parte del Vesuvio. Finalità che giustifica sia la scelta di una scala tanto grande sia la meticolosità del rilievo in ogni minima connotazione e, dettaglio dirimente, la sua collocazione non all'ingresso degli scavi, come sarebbe stato logico in qualsiasi altro ambito, ma al Museo Archeologico Nazionale di Napoli, non strettamente pertinente ma sufficientemente distante da Pompei per non essere coinvolto in una sua eventuale distruzione!

Va ancora osservato che nonostante l'ingegnere dia per ultimato il plastico e già esposto nel Museo Nazionale, dove, peraltro, dopo alquante peripezie e migrazioni è tutt'ora, e purtroppo non in ottime condizioni di conservazione, all'epoca della pubblicazione di queste brevi note, nel 1879, risultava ancora ben lontano dall'essere finito. O forse si era conclusa la riproduzione della città qual era quella scavata prima del 1861, ma essendosene nel frattempo, proprio per l'impulso dato dal Fiorelli, scavata ancora un'altra parte, il modello risultava incompleto e da integrare.

I documenti d'archivio, infatti, tramandano che in data 22 aprile del 1907 il Ministero della Pubblica Istruzione inviò all'allora direttore degli scavi prof. Antonio Sogliano, archeologo e docente di chiara fama, una richiesta di chiarimenti circa la veridicità della notizia in merito all'abbandono dell'ultimazione del plastico a partire dal 1865. Il professore con estrema puntualità e puntiglio rispose in data 24 maggio seguente che la voce era del tutto destituita di fondamento, dal momento che:

28 Da G. TASCONE, *Sui lavori geodetici...*, cit., pp. 5-6.

In queste pagine e nelle seguenti: *alcune inquadrature del grande plastico di Pompei.*

"Quel lavoro intrapreso al tempo del Fiorelli e del Ruggiero, fu continuato sotto la direzione del De Petra fino al 1900, e, se talvolta venne sospeso, fu perche non si aveva ancora completata un'isola intera da coordinare al modello, perché ragioni, o tecniche, o legali, non ne avevano permesso lo scoprimento totale. Un isolato completo, per vero, e propriamente quello a ridosso delle Terme in ricostruzione fu modellato negli ultimi anni ed alla fine del 1901 trovàvasi affidato al compianto Prof. Di Scanno perche questi vi dipingesse le rappresentanze parietali."[29]

Con l'occasione notificava pure al Ministero la cronica penuria di risorse, da sempre endemica e insormontabile nel settore culturale, vera causa del rallentamento prima e della recente sospensione del completamento del modello poi, dichiarandosi indisponibili gli artigiani che negli ultimi decenni l'avevano con grande abnegazione portato avanti. E qui, affermando che altre due insulae, una relativa alla casa dei Vetti e l'altra a quella degli Amorini, avrebbero potuto essere aggiunte al modello soltanto con un minimo finanziamento, ci lascia concludere che il plastico, sin dall'avvio, non fu mai considerato un'opera con una prestabilita conclusione cronologica, ma, proprio per il suo criterio informatore di rilievo a futura memoria, e quindi una sorta di registratore nel quale venivano riposti gli avanzamenti degli scavi, veniva ulteriormente ampliato con il progredire degli scavi e dei restauri di quanto riportato alla luce. Assurdo, pertanto, ipotizzarne una precisa data di ultimazione che poteva stabilirsi soltanto al termine della intera riscoperta della Città! Il che non significava affatto che il lavoro già compiuto non potesse già essere esposto all'ammirazione del pubblico deposto sul pavimento, consentendo in tal modo a tutti i visitatori di abbracciare dall'alto, e nella sua interezza, la città romana fossilizzata dal Vesuvio, in un'epoca nella quale la foto aerea zenitale muoveva i suoi primi incerti passi.

Descrizione materiale del plastico

Il plastico, come più volte accennato, è stato realizzato in scala 1/100 per cui copre una superficie di una trentina di m^2 e raffigura lo stato degli scavi fino ai primi anni del secondo dopoguerra. Per cui, rispetto a quanto era visitabile, non comprendeva soltanto alcune *insulae* della VIII regione e l'anfiteatro, mentre rispetto a oggi è privo di tutte le altre parti scavate dopo tale data. Esattamente come paventato dal Tascone quel plastico per diversi edifici e per molte decorazioni ed affreschi, scomparsi vuoi per degrado vuoi per danni bellici, è ormai l'unica testimonianza di come fossero sul finire del secolo XIX.[30]

Dal punto di vista strutturale il modello insiste su una base di legno compensato di rilevante spessore, formato da più pannelli aderenti fra loro.[31] Tutte le strutture verticali, mura, monumenti e impianti vari, invece, sono realizzati con fogli di sughero di adeguato spessore, avendo cura di applicare su quelle parti che nella realtà erano di marmo o calcare uno strato di stucco o di gesso, non di rado con un'anima interna di irrigidimento in osso, per riprodurne al meglio l'aspetto. Dovunque vi fossero stati degli affreschi, nelle abitazioni e negli edifici pubblici, come pure al loro esterno, sono stati debitamente riprodotti nella stessa scala, in ogni minimo dettaglio, da valenti pittori con colori a tempera spalmati su di un supporto di stucco o di stagno, o ancora con colori ad acquarelli su fondo carta, per inciso i più ammalorati dal tempo e dall'incuria. Gli affreschi rivenuti sui soffitti sono stati anch'essi riprodotti in miniatura sulle relative coperture, che per consentirne la visione si sono costruite asportabili. Al pari degli affreschi anche i pavimenti, a intarsio, a mosaico o in qualsiasi altra maniera fossero stati realizzati, sono stati accuratamente riprodotti disegnandoli e colorandoli su carta porosa. L'insieme sughero, compensato e legno per esaltarne la verisimiglianza è stato lavorato con il pirografo, riproducendone in tal modo ogni sia pur minima incisione, graffito o lesione.

29 La citazione è tratta da L. GARCIA Y GARCIA, NOVA BIBLIOTHECA POMPEIANA, *Repertorium...*, cit., p. 15.

30 Per una panoramica sui danni inferti agli scavi di Pompei dalla Seconda guerra mondiale cfr. L. GARCIA Y GARCIA, *Danni di guerra a Pompei. Una dolorosa vicenda quasi dimenticata*, Roma 2006.

31 Così la sua descrizione nel Circuito Informativo della Regione Campania per i Beni Culturali e Paesaggistici: i lavori per la realizzazione del modello *"si svolsero con regolarità dal 1861 fino al 1879, subendo una battuta d'arresto solo alla fine del secolo. La ripresa dell'opera avvenne nel 1908 e fu affidata a Nicola Roncicchi, già autore del plastico della Villa della Pisanella di Boscoreale. Da questo momento la storia del plastico è costituita da continui spostamenti tra Napoli e Pompei, nel tentativo di rappresentare tutto quanto veniva alla luce in quegli anni e, in seguito, nella scomposizione delle sue parti per proteggerlo dagli eventi bellici, fino alla definitiva collocazione nel Museo nel 1950..."*.

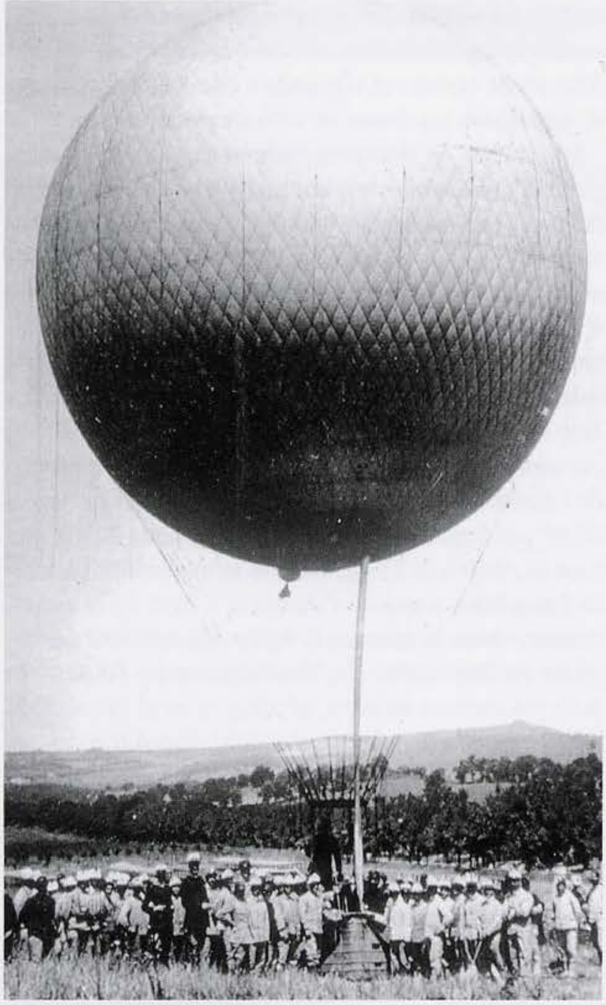
Il rilievo aereo topofotografico di Pompei

Il rilevamento aereo topofotografico, per strano che possa sembrare, si intraprese allorquando il primo aereo ancora doveva essere ideato, costruito e fatto volare: si avvalse infatti di mongolfiere, di palloni, di cervi volanti e di *draken*, palloni più grandi somiglianti a un piccolo dirigibile, tutti debitamente frenati per permettere loro di restare in quota senza essere portati via dal vento e di poter venire facilmente recuperati con l'ausilio di un semplice verricello. Tecniche che si svilupparono a partire dalla metà del XIX secolo, praticamente all'indomani dell'invenzione della fotografia e soprattutto del semplificarsi della sua procedura di ripresa e di sviluppo. Ritenendosi, giustamente, che l'immagine presa dall'alto con la lastra esattamente perpendicolare all'asse ottico dell'obbiettivo, a sua volta perpendicolare al terreno sottostante, equivalesse a una prospettiva con il fuoco centrale, che dava origine a una proiezione orizzontale analoga a una pianta, cioè un grafico che poteva essere misurato e dimensionato come un normale disegno, se ne ipotizzò l'istallazione a bordo di quei mezzi aerei. E quando dopo alcuni decenni le fotocamere raggiunsero dimensioni abbastanza modeste, pesi relativamente lievi e tempi di scatto molto rapidi, si passò al montaggio a bordo delle mongolfiere, soluzione precaria e per giunta limitata alle riprese delle sole foto oblique, scenografiche ma sostanzialmente inutili per il rilievo fotogrammetrico.[32] Pochi anni dopo si pensò a come istallare le sole fotocamere su dei palloni, partendo dal presupposto che se non fosse stata necessaria una navicella con un aerostiere per azionarla, il pallone avrebbe potuto essere di gran lunga più piccolo, più agevole da trasportare e meno problematico da gonfiare e recuperare. In breve un criterio d'impiego che nulla aveva in comune con quanto fino allora tentato al riguardo e che, per molti aspetti, anticipava un *drone* in volo stazionario.

I problemi da risolvere restavano comunque complessi e variegati, essendosi soltanto eliminato quello del peso: per valutarne i vantaggi assegnando all'aerostiere un peso di 70 kg, al pallone con navicella almeno 60 kg, alla fune di ritegno di 1100 m altri 40 kg e 4 kg alla macchina fotografica si arrivava ad un peso complessivo di 175 kg, che essendo la forza ascensionale dell'idrogeno, la maggiore in natura, di circa di 1kg/ m^3 richiedeva un pallone non inferiore ai 200 m^3, per una forza ascensionale di appena 25 kg! Abbattendo i carichi si poteva utilizzare il palloncino sferico di 65 m^3 per 5 m di diametro, pesante appena 26 kg, con fune di ritegno di 27 kg, che con la medesima macchina fotografica disponeva ancora di 7 kg di forza ascensionale, ideale in assenza di vento. Ma occorreva escogitare un dispositivo che facesse azionare l'otturatore della fotocamera da terra, ed alleggerire al massimo la macchina. Nei primi anni del '900 dispositivi del genere per le riprese topofotografiche, furono approntati e poco dopo se ne intraprese l'applicazione pratica. Nonostante l'accennata semplificazione, il costo del pallone, dell'idrogeno, della macchina fotografica e di tutti i vari accessori necessari al funzionamento, nonché la spesa per le giornate della squadra di serventi impiegata, restrinse l'impiego dei pochi palloni del genere al solo ambito militare, affidandoli a un apposito Battaglione Specialisti del Genio. Nei pressi di Monte Mario a Roma se ne avviarono le esperienze concrete di

In basso: *ISCAG, macchina fotografica per le riprese dall'aerostato, grazie alla impugnatura a pistola che ne agevolava lo scatto una volta poggiata sul bordo della navicella.*

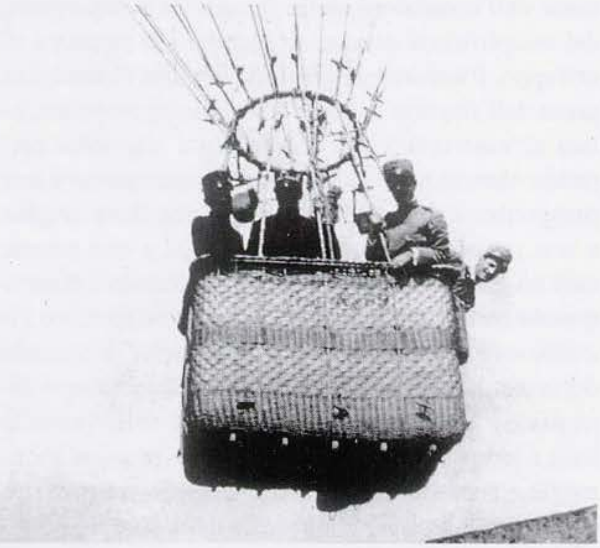
32 Dal punto di vista storico intorno al 1859-60 l'idea di scattare foto da un pallone la ebbe per primo: "il fotografo francese Félix Coumachon, meglio noto con il nome d'arte di Nadar... [che] dimostra la possibilità di prendere fotografie dall'alto... Allo scoppio della guerra di secessione... il Signal Corps (analogo al nostro Genio militare) riceve l'ordine di allestire un reparto di aerostatieri. Costituito nel 1861, il reparto verrà disciolto nel 1863; i palloni vengono impiegati per osservare i movimenti del nemico, per fotografarne le posizioni e per dirigere il fuoco dell'artiglieria.", citazione tratta da AA.VV, *Storia dell'Aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 4. Ovviamente le foto fatte con inclinazione casuale ad altezza imprecisata e su soggetti mobili nulla quasi hanno in comune con quelle per il rilievo topofotografico, per giunta di una intera città, scaturito dall'assemblaggio di un discreto numero di fotogrammi di uguale scala. Il rilievo effettuato su Pompei può perciò senza dubbio essere considerato il primo assoluto del genere a livello mondiale.

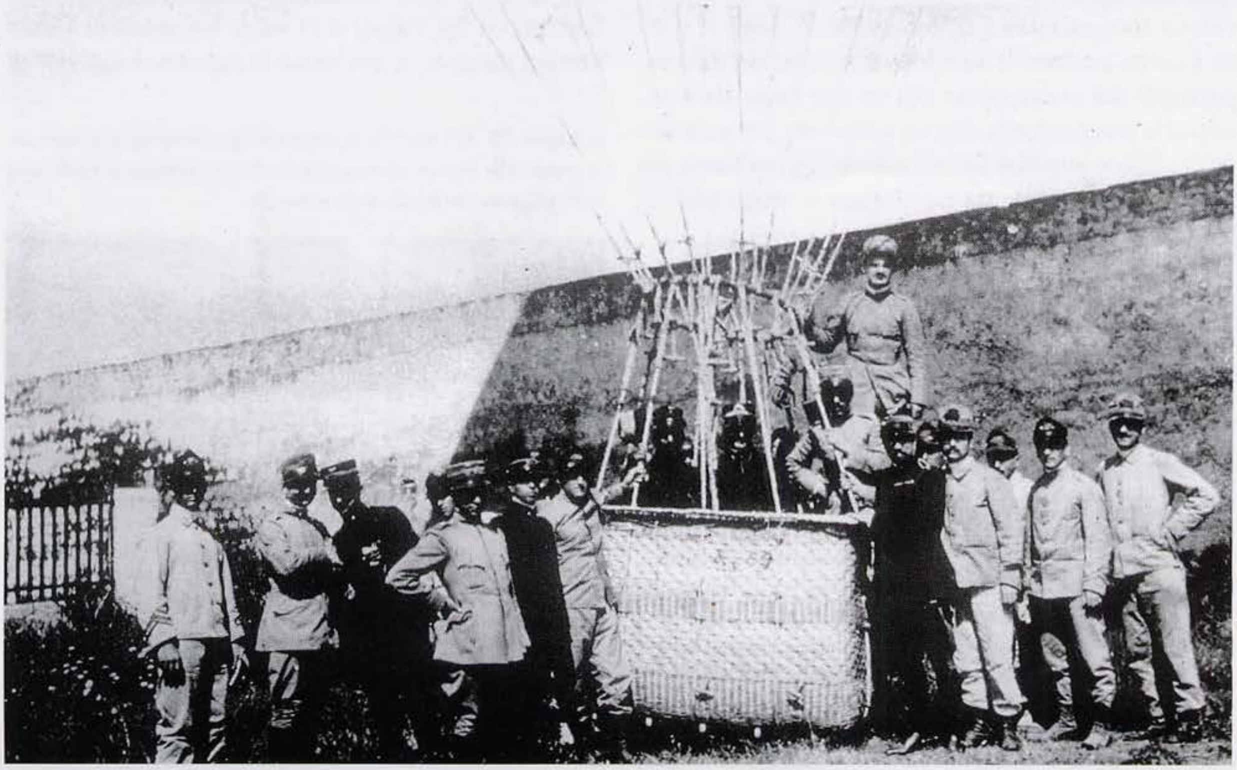


utilizzo, seguite con stupore da nugoli di curiosi, dove già da oltre cinque anni si eseguivano ascensioni libere con aerostati con equipaggio.[33]

Venuto in qualche modo a conoscenza di quella nuovissima tecnica di ripresa dall'alto, il mitico Giacomo Boni[34], grande archeologo e rinomato architetto, pro-

33 Per ulteriori notizie in materia cfr. A. CHIUSANO, M. SAPORITI, *Palloni, dirigibili ed aerei del Regio Esercito 1884-1923,* Roma 1998, pp. 11-15.
34 Sulla singolare figura di Giacomo Boni, cfr. S. CONSOLATO, *Giacomo Boni, il veggente del Palatino,* in *Politica Romana* 6/2000-2004.





pose per primo di avvalersene per intraprendere il rilevamento di alcune zone di città di eccezionale interesse archeologico e artistico. Allo scopo già si era avvalso, intorno al 1898, durante le sue campagne di scavo del Foro Romano di riprese aeree, realizzate grazie a un singolare apparecchio fotografico montato su di uno strano cervo volante, più noto con il nome di *'parakite'*. Si trattava in realtà di una sorta di treno di aquiloni, in grado nel loro insieme di sollevare una macchina fotografica, uno strumento scientifico o anche, in ambito militare, un osservatore, prestazioni impossibili per un tradizionale aquilone. Gli esiti di quelle riprese furono incoraggianti, tant'è che lo studioso descrivendo quel grande aquilone ricorda che il suo: *"telaio di alluminio, alto 1.80 m, presenta 2 mq di superficie, pesa 800 g ed alza un apparecchio capace di due fotografie come quelle che illustrano il presente rapporto e credo utile darne notizia a codesto onorevole Ministero nella speranza che possa essere utilizzato per alcuni rilievi, necessari alla compilazione della Carta Archeologica del Regno"*[35]

Di tale inedita opportunità il Boni, dopo averne informato il Ministero, ne parlò pure con Giuseppe Fiorelli, allora responsabile della Direzione Generale di Antichità e Belle Arti del Ministero della Pubblica Istruzione con alle spalle una lunga direzione agli scavi di Pompei. Stando sempre al Boni, tra le altre cose gli avrebbe proposto di far fotografare gli scavi da un'altezza di 1000 m, quando il sole avesse raggiunto un'inclinazione di 45°. La lunghezza delle ombre in quell'ora della giornata, infatti, risulta pari all'altezza della struttura che le produceva, (trattandosi di due cateti di un triangolo rettangolo isoscele), per cui avrebbero fornito, senza bisogno di nessun calcolo e con l'uso di un semplice decimetro, le diverse altezze dei ruderi. Tuttavia, come scrisse

35 La citazione è tratta da G. STEFANI, *Il rilievo topofotografico di Pompei del 1910*, in *Studi di Aerotopofotografia Archeologica*, in *Archeologia Aerea 3*, Salerno 2006, p. 15, nota 2. Il brano a sua volta è tratto da una nota del 14 gennaio 1898 indirizzata dal Boni al Ministero della Pubblica Istruzione.

Nella pagina a fianco
In alto: *un aerostato con navicella ed equipaggio pronto all'ascensione.*
Al centro: *l'equipaggio nella navicella durante l'ascensione.*
In basso in entrambe pagine: *l'equipaggio a terra.*
In basso a destra: *fotoritratto dell'architetto archeologo Giacomo Boni.*

in quello stesso scorcio storico il Tenente del Genio, ing. Attilio Ranza, che sarà con il collega Cesare Tardivo ufficiale nel Battaglione Specialisti, nel suo libro *Fototopografia e Fotogrammetria Aerea. Nuovo metodo pel rilevamento topografico di estese zone di terreno*, edito nel 1907: *"tutti i vari sistemi proposti per la fotogrammetria dal pallone difettano appunto nella praticità... La debolezza del sistema sta nel dover far uso di cervo volante o di aerostato... Però avverto che un pallone di 5 m di diametro non è poi grave ingombro per suo trasporto, né è difficil cosa a manovrarsi con due o tre persone quando sia naturalmente zavorrato."*[36]

Il vero problema del cervo volante come pure del pallone, al di là della maggiore o minore cubatura del secondo, era insito nella loro eccessiva mobilità al minimo vento, diversamente dal *drachen* che godeva di una maggiore stabilità, per la sua forma allungata e per i governali di coda che lo rendevano perciò somigliante a un piccolo dirigibile e in quanto tale non isotropo alla spinta del vento da qualsiasi direzione provenisse. Ed è certamente significativo leggere una precisazione del tutto analoga sui *drachen* in una recente relazione di archeologi, soliti avvalersi per le loro ricerche sul terreno di riprese aerofotografiche mediante un pallone: *"Finalmente, dopo varie ricerche di mercato, abbiamo trovato una soluzione idonea a ovviare ai numerosi problemi insiti nella fotografia aerea applicata ai nostri scopi, e cioè l'equipaggiamento fotografico innalzato a mezzo di pallone aerostatico con la forma tipica del dirigibile con alettoni di coda che hanno la funzione di stabilizzare e mettere a vento il pallone, permettendo così le riprese senza troppi sobbalzi."*[37]

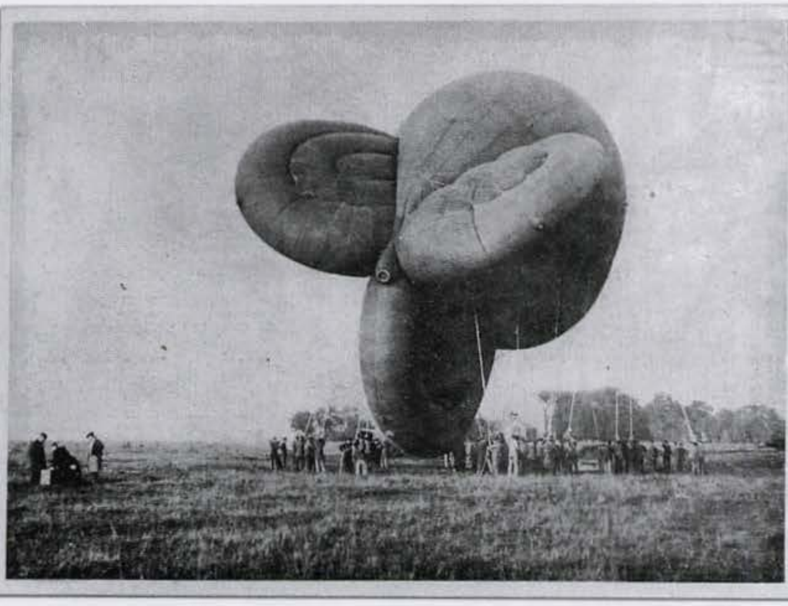
Anche Tardivo qualche anno più tardi ricordava tra i possibili mezzi aerei idonei alla topofotografia i cervi volanti, evidenziandone i pro e, soprattutto, i contro ricordando che: *"come corpo di sostegno si è pensato ai cervi volanti, i quali, oltreché permettere di lavorare col vento, non implicano il grave pensiero del rifornimento del gas. Per contro però, per quanto si siano costruiti buoni dispositivi per dare una determinata direzione all'asse ottico dell'apparato, e per quanto essi si siano dimostrati efficacissimi per vedute isolate, e quindi di ottimo impiego anche in guerra d'assedio, non li riteniamo però affatto convenienti per il rilievo organico di una vasta zona, poiché reggendosi per azione del vento, sono a questi soggetti, e*

36 La citazione è tratta da A. RANZA, *Fototopografia e Fotogrammetria Aerea. Nuovo metodo pel rilevamento topografico di estese zone di terreno*, Roma 1907, parte seconda p. 74.

37 La citazione è tratta da AA. VV., *Atti delle quarte giornate internazionali di Studi sull'Area Elimina*, 1-4 dic. 2000, p. 211.

In alto: *la brigata specialisti nella piazza della sua caserma a Roma.*

Nella pagina a fianco
In alto: *una delle prime foto aeree zenitali dell'area archeologica di Roma.*
In basso: *una celebre foto di San Francisco, scattata da un aquilone nel 1906, dopo il terremoto.*



Pallone A P Inglese collaudato a Pulham con vento di 70 km ora. ottobre 1927

quindi è ben più difficile il regolarsi con essi per l'attacco delle singole stazioni fra loro."[38]

In conclusione circa la scelta fra pallone e *drachen* aggiungeva che: "*come mezzo di sollevamento, se si ha da lavorare in regioni di calma assoluta, conviene il palloncino sferico perché a pari cubatura del* draken, *pesa meno e quindi dispone di una maggiore forza ascensionale. Così il palloncino di seta verniciato da 65 m³ pesa kg 26 ha un diametro di 5 m e dispone quindi di kg 32 di forza ascensionale. Non appena però si ha un po' di vento, conviene senz'altro passare al draken pur rinunciando al beneficio della maggiore forza ascensionale e per conseguenza andando incontro a maggiori difficoltà di rifornimento. Il* draken *da 100 m³, pesando, come si è detto, kg: 64, dispone di kg 28 di forza ascensionale. Il* draken, *mantenendosi fisso nello spazio anziché ruotare attorno a sé stesso, come fa il pallone sferico, mantiene pure fisso il punto di sospensione della macchina; questo è il suo principale vantaggio.*"[39] Boni, portando innanzi quelle sue esperienze sull'impiego della foto aerea zenitale in archeologia entrò in contatto con gli aerostatieri del Genio e, nel 1899, se ne avvalse per ottenere le prime foto dall'alto del Foro Romano, esperienza che per il suo felice risultato si può considerare prodromica al rilievo aereo di Pompei del 1910. Del resto: "*ben documentate sono le esercitazioni condotte sull'antica Città di Pompei, nel 1910, finalizzate alla realizzazione di una carta topografica che fosse di supporto allo studio e alla programmazione di indagini di scavo nell'area urbana ...*"[40] Qualche anno dopo, acquisita una discreta esperienza in materia di riprese archeologiche, è il Comandante del reparto Maurizio Moris, che tra l'altro aveva costruito a proprie spese un innovativo pallone nel 1899, ad offrire la collaborazione del suo reparto al Ministero della Pubblica Istruzione, per operare una serie di riprese su Pompei. La richiesta accolta, previa comunicazione alla locale Soprintendenza del 3 agosto 1910, fu subito messa in atto ma le operazioni di sviluppo e stampa delle foto si protrassero a lungo, complici forse i vari impegni squisitamente militari degli specialisti.

La vicenda si dipanò intorno alla metà di agosto, quando: "*venne materialmente organizzata la campagna fotografica, con una squadra agli ordini del capotecnico Moretti e con la disponibilità del personale dell'Ufficio Scavi di Pompei. Le riprese vennero eseguite dal 17 al 27 agosto 1910, documentate da una serie di immagini che attestano le varie fasi ed i vari luoghi della città antica da cui si innalzò il pallone aerostatico con l'attrezzatura fotografica relativa.*"[41] La carta, in scala 1/1000, la stessa peraltro usa-

38 La citazione è tratta da C.TARDIVO, *Manuale di fotografia-telefotografia topofotografia dal pallone,* Torino 1911, pp. 99-100.

In alto: *un pallone frenato tipo draken , in fase di preparazione al sollevamento.*

39 Citazione tratta da C. TARDIVO, *Manuale..,* cit., p. 92.
40 Da L. CASTRIANNI, E. CELLA, P. FORTINI, *Boni e il Genio. La nascita della fotografia aerea archeologica,* Roma 2014, p. 42.
41 La citazione è tratta da G. STEFANI, *Il rilievo topo fotografico...,* cit. p. 15.

ta nel rilievo plano-altimetrico del Tascone, formata con un mosaico di una ventina di foto fu pronta, infatti, solo l'11 febbraio del 1911 suscitando subito uno straordinario consenso sia in Italia che all'estero. È probabile che tra le finalità prima e gli utilizzi poi del rilievo aereo, vi fosse pure quello di un riscontro oggettivo proprio della planimetria del Tascone e della grande pianta usata per la realizzazione del plastico, sempre in corso di aggiornamento. Diviene a questo punto interessante conoscere quella tecnica, senza dubbio rudimentale ma anche così avveniristica, le caratteristiche salienti, apprendendole direttamente dal libro del Tardivo, *Manuale di fotografia, telefotografia e topofotografia dal pallone.*

Dunque l'Ufficiale pone quale preambolo che allorquando il terreno da rilevare sia: *"pianeggiante non è possibile servirsi di fotografie a lastre verticali; ma bisogna invece innalzarsi sopra il medesimo colla macchina ed eseguire fotografie a lastra orizzontale; si ottiene così una fotografia che è la prospettiva del terreno. Centro di prospettiva è il centro dell'obbiettivo: nota l'altezza dell'obbiettivo sul terreno e la sua distanza focale, si ha il rapporto di riduzione, cioè la scala del disegno. Tale principio semplicissimo in teoria, riesce in pratica non di altrettanta semplicità. Chiameremo dunque 'topofotografia dal pallonÈil rilievo di terreno pianeggiante eseguito a mezzo della fotografia dal pallone."*[42] Volendo esemplificare, in base alla semplice formula di riduzione in scala, una macchina fotografica con distanza focale di 100 cm, posta a 1000 m di altezza, determina quale rapporto dei rilievi 1/1000. Per poter disporre di una adeguata distanza focale, occorreva utilizzare lastre di una discreta dimensione, che in pratica si stabilì in cm 21x21, formato quadrato che meglio aderiva al cerchio dell'immagine proiettata dall'obiettivo e, soprattutto risultava indifferente ai vari orientamenti che il vento poteva far assumere al pallone.

Ovviamente per ottenere immagini fedeli non bastava che la lastra fosse perfettamente orizzontale, cioè perpendicolare all'asse ottico dell'obiettivo, ma era necessario che anche il sottostante terreno fosse pianeggiante e, a sua volta, parallelo alla lastra. Pertanto esisteva, come annotava Tardivo, un limite, che lui definì di accidentalità, e che così descris-

42 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., p. 87.

In basso: *altra foto aerea dell'area archeologica di Roma: bene evidente l'arco di Costantino.*

se: *"Il terreno, in natura, difficilmente è piano; vediamo quali accidentalità sono consentibili perché, dato il rapporto di riduzione e la portata degli errori grafici, non si abbia praticamente errore sensibile prendendo l'immagine dei punti, ad es. A e B del terreno, invece delle loro proiezioni A' e B'."*[43] Errore che tuttavia non si scorge quando la distanza fra i punti sia tale da non farli distinguere, ovvero inferiore ad ¼ di mm.

Quanto alla scala: *"a meno che si debbano rilevare lande deserte oppure estese regioni lagunari, sarà sempre interessante avere tutti i dettagli del terreno come ruscelli, sentieri, muri di cinta, siepi, ecc.: avere in altri termini, il vero ritratto del terreno, allo scopo di conseguire un reale vantaggio nei rilievi di zone per le quali già esistono carte topografiche nelle quali il dettaglio è individuato da segni convenzionali. Ora per tal fine, la pratica dei rilievi eseguiti..[come] quello di Pompei ci dà per ottima la scala di 1/4000; al massimo si spingere la riduzione ad 1/5000, nel qual caso il dettaglio di 1 m compare ancora sotto la dimensione di 1/5 di mm."*[44] In questo brano Tardivo sintetizza il vantaggio del rilievo aereo zenitale persino quando già esista una cartografia a discreta scala, poiché quella, dovendosi necessariamente avvalere di simboli convenzionali, non può fornire un vero 'ritratto del terreno', l'unico che ne permette il riconoscimento in dettaglio.

Circa la quota ottimale per le riprese fotografiche zenitali Tardivo ritiene che non debba superare il migliaio di metri per vari ordini di ragioni, infatti: *"conviene in pratica tenerla entro i 1000 m; oltre tale limite può cominciare ad entrare in gioco l'effetto prodotto dai grossi strati d'aria per togliere nettezza all'immagine; ed inoltre occorrono per l'ascensione frenata cavi d'acciaio molto lunghi, e quindi maggior peso da sollevare con relativo aumento di difficoltà, di rifornimento e di manovra. Altezza ancora buone sono dai 600 ai 750 m."*[45] L'idrogeno non era l'unico gas più leggero dell'aria ma il più leggero fra tutti i similari, rientrando nella categoria anche il cosiddetto gas illuminante, composto al 50% di idrogeno al 35% di metano, al 10% di ossido di carbonio e al 5% di etilene, per cui se non risultava strettamente necessaria la sua maggiore forza ascensionale, si potevano gonfiare i palloni anche con il gas illuminante più facile da reperire dovunque. Proprio per la difficoltà di reperimento

In alto: *ISCAG, macchine fotografiche utilizzate per le riprese aeree.* Nella pagina a fianco: *ISCAG, apparecchiature per produrre sul posto l'idrogeno per il sollevamento dei palloni.*

43 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., pp. 87-8.
44 Ibidem., p. 89-90.
45 Ibidem., p. 90-1.

e di trasporto, spesso l'idrogeno veniva prodotto direttamente sul posto sfruttando per lo più la reazione dell'idruro di calcio e acqua, e allo scopo era stato approntato un piccolo carro generatore da utilizzarsi laddove non si potesse disporre delle bombole di idrogeno ad alta pressione.

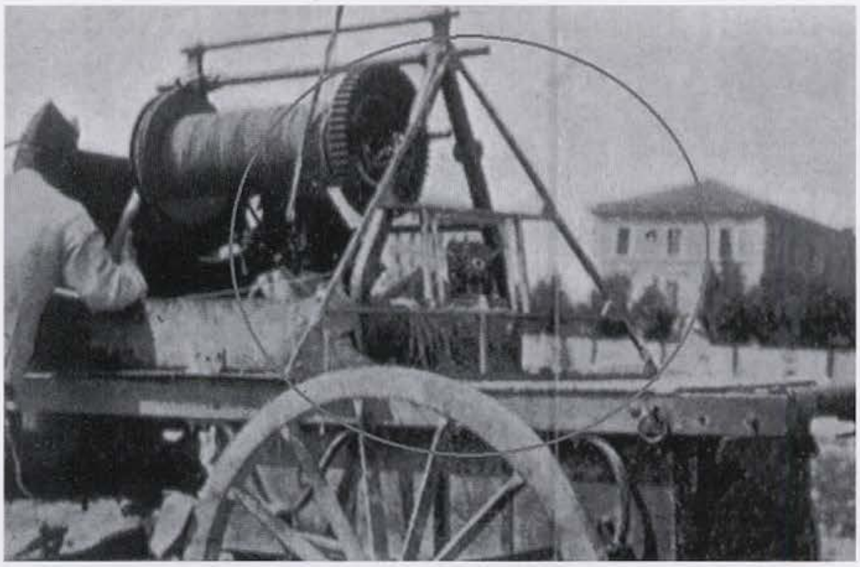
Passando a trattare della macchina fotografica, Tardivo ritiene che: *"la scelta del fuoco dell'obiettivo è conseguenza diretta della scala e dell'altezza. Fra i vari obiettivi sperimentati si prescelse, nei rilievi suddetti, quello di 150 mm... Il formato della lastra, come conseguenza, risulta 21x21; in esso rimane inserito il campo circolare dell'obbiettivo (sezione del cono luminoso) per modo che nei vertici si stabiliscono le linee di fede per tracciare, in caso, le diagonali e determinare il punto principale della prospettiva. Di tale immagine però se ne utilizza in pratica solo una parte, sia per tener conto degli eventuali spostamenti del pallone causati dal vento, sia per servirsi dell'immagine centrale, fotograficamente più perfetta di quella ai bordi..."*[46] Dell'immagine che si formava sulla lastra, pertanto, non si utilizzava quella circolare massima, cioè di 21 cm di diametro e perciò tangente ai quattro lati della lastra, ma una più piccola, di circa 16 cm di diametro, scartando per le inevitabili aberrazioni presenti nel bordo la corona circolare più esterna di 2.5 cm di larghezza. Essendo poi la lastra quadrata era facile, se necessario, ricavarne il centro dall'intersezione delle diagonali. Avvalendosi di un obiettivo da 100 cm di distanza focale e operando da 1000 m di altezza, il diametro del cerchio di 16 cm corrispondeva sul terreno a un'area di 160 m per lato, pari a circa 2.5 ettari, parte migliore per quanto delineato della lastra di 21 cm, corrispondente a sua volta a una superficie quadrata di 4.5 ettari. Considerando che la superficie di Pompei, all'interno della cerchia muraria, è di circa 64 ettari, qualora interamente scavata avrebbe richiesto una trentina di foto dal pallone, riprese da altrettanti punti di stazione, distanti fra loro mediamente 160 m: ma limitandosi l'area riportata alla luce ai 4/5 della suddetta, ne sarebbero state sufficienti soltanto una ventina, numero confermato dal fotomosaico esposto nel Museo dell'Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio.

Restando ancora alla macchina fotografica, per Tardivo doveva innanzitutto: *"essere leggerissima, col piano della lastra perfettamente centrale e perpendicolare all'asse ottico dell'obbiettivo, con telaio di lastra protetto dai raggi solari. L'obiettivo deve essere munito di otturatore centrale a ghigliottina, comandato dall'ancora di un'elettro-calamita attraverso la quale passa la corrente lanciata, dal basso, da una piccola dinamo a mano che sta nel carro manovra. In mancanza di dinamo si può supplire con una decina di pile a secco delle lampadine tascabili disposte in serie... ma si esauriscono presto."*[47]

Lo scatto della macchina non potendo essere manuale era comandato elettricamente con un dispositivo di elementare concezione: una bobina avvolta a spirale intorno a un nucleo di ferro, al passaggio della corrente lo magnetizzava facendogli perciò attrarre un'ancoretta di ferro collegata all'otturatore della macchina fotografica, provocandone in tal modo l'istantanea apertura e chiusura, in genere dell'ordine del 1/100 di secondo. L'alimentazione, dal riferimento alle decine di pile in serie utilizzate al posto della dinamo, si deve immaginare di 11-12 volt, era per certezza e regolarità di funzionamento per lo più prodotta da una piccola dinamo azionata a mano, posta nel carrettino di servizio. Per evitare l'ulteriore peso del filo elettrico di alimentazione dell'elettrocalamita, la corrente era fatta passare attraverso il cavo di ritegno, trasformandolo in un conduttore bipolare, formato

46 Ibidem., p. 91.

47 Ibidem., p. 93.



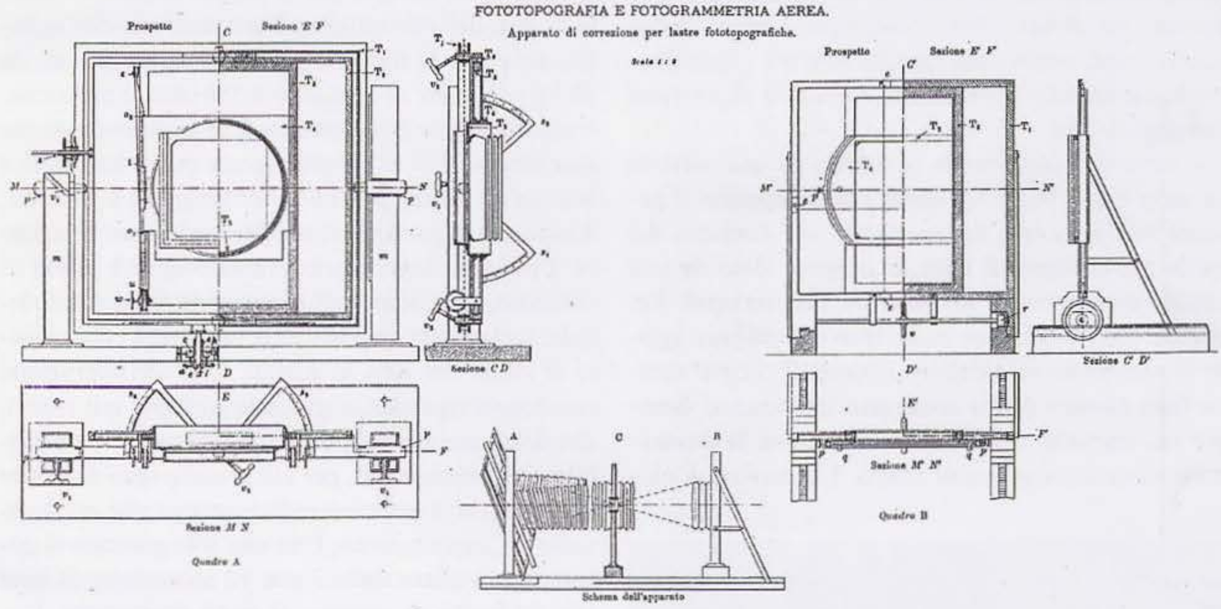
re ogni fotogramma realizzato da un punto di stazione diverso, per cui pallone e carrello dovevano di volta in volta essere ammainati e spostati, poiché anche ammettendo la possibilità di scattare più fotogrammi, il trasferimento con il pallone in alto poteva avvenire soltanto quando la verticale era completamente libera tra i due punti di stazione. Va tuttavia ricordato che l'ing. Ranza aveva progettato e costruito alcune macchine fotografiche ad otturatore elettrico telecomandato, capaci di più scatti mediante il cambiamento automatico della lastra, che così precisava nel suo libro: *"le macchine che ho studiato hanno il grande vantaggio di un'unica camera oscura e di un unico otturatore, il che conferisce pure una maggior leggerezza alla macchina multipla oltre alla certezza assoluta che 'tuttÈle lastre sono per l'unico scatto impressionate."*[50] Innovazione senza dubbio interessante, ma per quanto stigmatizzato dal Tardivo in pratica inutile, consentendo, al massimo, quale unico vantaggio la facoltà di duplicare lo scatto, permettendo così di scegliere fra due fotogrammi uguali il migliore.

con due trecce di fili d'acciaio, debitamente isolate fra loro. Stando al Tardivo: *"il cavo di ritegno del pallone è costituito da due fasci elementari di 14 sottilissimi fili di acciaio (diametro dei fili mm 0.35, diametro di ciascun fascio mm 1.15) rivestiti di uno strato di caucciù, sul quale è disposto uno strato di cotone, poi ancora un secondo strato di caucciù ed un secondo strato di cotone, ed infine un tessuto di lino greggio forte. Il cavo di ritegno è lungo 1100 m, pesa g 40 per metro, e si rompe sotto uno sforzo di trazione di kg 500."*[48] La notevole complessità del rivestimento del cavo di ritegno dipendeva dall'essere al contempo anche conduttore elettrico bipolare.

In precedenza Tardivo parlando della sospensione della macchina fotografica ne aveva ricordato il peso complessivo, circa 5 kg, comprensivo del telaio di sospensione di ferro, catenelle e *chassis* con due lastre, lasciando quasi intendere che fosse perciò possibile realizzare due fotogrammi per ogni ascensione. Tornando sull'argomento precisava: *"una macchina veramente ideale è quella colla quale non si è costretti ad alzare ed abbassare il pallone per ogni lastra; abbiamo infatti un tale apparecchio a 6 lastre nel quale lo scambio si comanda dal basso una volta fatto scattare elettricamente l'otturatore. Ma in pratica difficilmente si ha da percorrere terreni privi di ostacoli, di alberi e di lineee telefoniche e telegrafiche e si è perciò ugualmente obbligati ad abbassare il pallone. In tal caso la macchina ideale perde di praticità perché, essendo discretamente pesante, obbliga ad impiegare un pallone più grande".*[49] La logica del discorso scaturiva dal dover esse-

Ovviamente, per avere la certezza che le foto effettuate in una giornata di lavoro fossero buone, era necessario vederle, per cui in fase operativa i componenti della squadra addetta alle riprese col pallone dovevano suddividersi in due gruppi: *"che si alterneranno nel lavoro, per fare scendere sollecitamente il palloncino. Il lavoro deve procedere con la massima lena e senza interruzione per tutte le ore durante le quali si può lavorare... poiché le ore lavorative col pallone, sono realmente poche. Frattanto, o subito dopo, due altri fotografi svilupperanno al più presto e provvederanno per una stampa rapida al bromuro, da consegnarsi pel mattino seguente alla squadra di lavoro; la quale stampa costituirà così la carta di campagna da cui prender norma per le stazioni da farsi in seguito."*[51] Della squadra facevano parte otto uomini tra i quali un elettricista, un meccanico, un sarto (il pallone era pure sempre di seta), un cordaio, un fotografo e tre aerostatieri. Particolarmente paventata la possibilità che il comando elettrico non funzionasse

48 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., p. 92.
49 Ibidem., p. 99.
50 La citazione è tratta da A. RANZA, *Fototopografia...*, cit. p.84.
51 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., p. 99.



a dovere, deficienza per giunta di cui si aveva contezza solo dopo lo sviluppo e la stampa della lastra, costringendo in quel deprecato caso a ripetere il lavoro necessario per la ripresa. Tardivo fa riferimento a un campanello elettrico, forse collegato in parallelo all'elettrocalamíta, ad integrazione del galvanometro che sembrerebbe invece un amperometro in serie, che indicava il passaggio di corrente al chiudersi del circuito. Il movimento rapido della lancetta, uguale al tempo di scatto, per l'eccessiva brevità spesso non veniva neppure visto, dando origine nelle prime fotocamere a doppi scatti distruttivi per la lastra. Il trillo del campanello, sebbene altrettanto breve, sarebbe stato, invece, percepito da tutti anche se intenti ad altre faccende. Il risultato però restava sempre incerto, per cui l'ingegner Ranza scrive nel suo libro che per scongiurare il rischio: *"è buona cosa assicurarsi che lo scatto della macchina sia avvenuto, ed a tal riguardo non è sufficiente l'indicazione che può dare qualsiasi galvanometro che al comando dello scatto indica se la pila ha dato corrente. È utile che da terra l'operatore sappia se l'ancora dell'elettro-calamita è stata attratta, poiché se ciò è avvenuto la leva dell'ancora deve necessariamente aver prodotto lo scatto. Allora cosa utile è che avvenuto lo scatto, non ne possa più avvenire un altro, affinché non si guasti la lastra già impressionata. Quest'ultima condizione è soddisfatta da otturatori comuni a scatto unico."*[52]

Un problema di tipo squisitamente meccanico concerneva la modalità di sospensione al pallone della fotocamera, che doveva assicurarle un assetto perpendicolare. Per tale scopo: *"la macchina è situata sopra un triangolo metallico di m 1.50 per lato, sospeso per i vertici a 3 catenelle di m 10 di lunghezza, che vanno a riunirsi, nel pallone sferico, in un punto del peso della macchina con chassis carico di due lastre telaio in ferro e catene è di kg 5."*[53] Le catenelle, dovevano essere di pari lunghezza per sostenere orizzontalmente il telaio al cessare delle oscillazioni impresse al pallone dal vento, la cui frequenza risultava inversamente proporzionale alla lunghezza delle stesse catenelle, per cui una sospensione di 10 m determinava oscillazioni talmente lente da non interferire sensibilmente con lo scatto. Questo a ogni buon conto: *"va fatto precisamente quando la macchina nel suo moto oscillatorio (moto che talvolta è piano, ma bene spesso è conico) passa per la verticale o vi si avvicina il più possibile. La velocità di otturazione è più che sufficiente (su più di cento stazioni non ebbi mai lastre mosse)."*[54] Grave errore sarebbe, invece, scattare quando la macchina si trovava all'estremità di una oscillazione, trovandosi

In alto: *apparecchio inventato dall'ing. Ranza per correggere le immagini parzialmente sfuocate.*

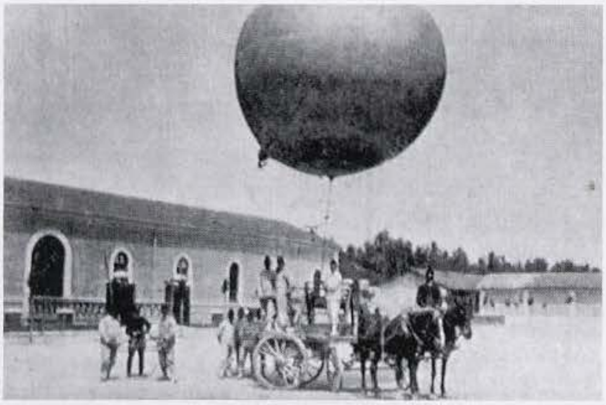
Nella pagina a fianco: *carretto usato per il trasporto del pallone e dei suoi accessori: nel cerchio rosso il triangolo di sospensione della macchina fotografica.*

52 La citazione è tratta da A. RANZA, *Fotopografia...*, cit. p. 86.
53 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., p. 93.
54 Ibidem., p. 93.

allora la lastra molto inclinata, non più parallela al terreno ma obliqua con conseguenti vistose deformazioni dell'immagine, mentre non v'è alcun danno a scattare con la macchina compresa in un cono di raggio 0.5 m.

Il carro di manovra era costituito da una sorta di carretto a due ruote sul quale stava poggiato il pesante telaio mobile del verricello sul tamburo del quale si avvolgeva il cavo di ritegno, alato da una coppia di manovelle azionate da due serventi. Per evitare che la trazione esercitata dal pallone agisse direttamente sul tamburo, il cavo di ritegno veniva fatto passare prima attraverso un paranco. Sempre sul carretto, come accennato, stava la dinamo e l'avvisatore acustico di scatto. Un carro a 4 ruote occorreva, invece, per il trasporto delle bombole di gas, definite cilindri, che a seconda dell'agibilità dei punti di stazione potevano essere grandi, da 98 kg per 11 m³ di idrogeno a 150 atm di pressione, trasportate perciò in numero di 14 su detto carro per complessivi 154 m³, o più piccole per il trasporto a braccia da 50 kg, per 3.6 m³ di idrogeno a 100 atm. Anche senza particolari perdite, occorreva ricaricare il pallone, dopo averlo svuotato ogni 5 giorni di esercizio, per garantirgli la massima forza ascensionale, lentamente scemata dalle inevitabili dispersioni al ritmo del 10% al giorno. Una considerazione conclusiva riguarda le giornate utili per tali rilievi, che dovevano essere quelle con ottima luce, e possibilmente senza vento, per cui la campagna di lavoro si concentrava nei mesi estivi intorno alle ore a cavallo del mezzogiorno. E in una sola giornata si potevano effettuare dalle 3 alle 12 ascensioni, in base alle difficoltà di accesso ai punti di stazione. Circa quest'ultimi precisava il Tardivo che: *"una buona ricognizione preliminare, molta attenzione ed occhio alla posizione del pallone e all'inclinazione della lastra nella stazione precedente, varranno in pratica molto più che non preliminari triangolazioni di base sul terreno, poiché ammesso pure di trovarsi in un terreno facile a percorrersi in tutti i sensi col carro, basta un colpo di vento per spostare il pallone e macchina, e quindi non ritrovarsi più cogli attacchi nella stazione successiva. È anche questo un modo più celere che permetterà di fare un maggior numero di lastre nella stessa giornata."*[55]

Al pari del rilievo di dettaglio terrestre, anche per quello aereo: *"per l'unione delle varie lastre, ed anche per la riduzione di esse alla stessa scala, è necessario fare una apposita triangolazione per modo che almeno tre punti abbiano a cadere su ogni singola lastra. L'eseguire però tale triangolazione durante il lavoro aerofotografico, pur disponendo di una seconda squadra operante, non lo riteniamo pratico perché, oltre a costituire un'inevitabile e dannosissima perdita di tempo dovendo il direttore del lavoro badare a due squadre, fa altresì correre*



55 La citazione è tratta da C. TARDIVO, *Manuale...*, cit., p. 95.

In alto: *carretto con il pallone e le relative attrezzature di manovra.*
Al centro: *dettaglio del verricello per il sollevamento e il recupero del pallone sul carretto di trasporto.*
In basso: *trasporto e manovra del verricello su di un carro a quattro ruote, utilizzato abitualmente per il trasporto delle bombole di idrogeno.*

il rischio, a causa degli imprevedibili spostamenti della macchina, che sulle lastre non compaiano i tre punti a cui abbiamo prima accennato. Quindi è meglio fare il lavoro prima aerofotografico e poi colla scorta delle lastre, a mezzo di una seconda squadra scegliere sul terreno per la triangolazione quei punti che risultino non solo chiaramente individuati sulla lastra ma anche possibilmente non troppo sui bordi della medesima..."[56]

Conclusioni

Le riprese durarono, come accennato, dieci giorni effettuandosi perciò una media di almeno 3 foto al giorno, inserendo nel novero anche quelle difettose o sbagliate, e nonostante gli ottimi risultati conseguiti da quel primo rilevamento aereo di una intera città, forse per la sua estrema complessità derivante dai molteplici condizionamenti meteorologici e ambientali, negli anni seguenti non seguirono significativi altri impieghi. Complice pure la rapida dismissione dei palloni frenati prima e dei dirigibili poi con l'affermarsi dell'aeroplano, quella metodica andò ben presto giubilata, e il rilevamento topofotografico nel frattempo trasformatosi in rilievo aerofotogrammetrico, fu affidato ad apposite macchine fotografiche di grande formato, cm 23x23 con serbatoio di pellicola a nastro per centinaia di scatti automatici, montate su aeroplani. Resta, per concludere, ricordare che fine fece quell'antesignano rilievo aereo, del quale la copia più nota si trova presso l'Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio a Roma, da cui si evince che l'assemblaggio dei fotogrammi non avvenne per mera sovrapposizione geometrica regolare, ma mediante tagli irregolari, certamente determinati dalle irregolarità della lastra, dalle interferenze sulla ripresa e dalle casuali variazioni di orientamento del pallone.

La carta, che giova ripeterlo: *"non aveva solo il fine di documentare dall'alto l'area degli scavi ma aveva uno scopo documentario molto particolare: la realizzazione di una carta topografica in scala adeguata per l'individuazione, lo studio, la documentazione della città antica"*[57] costituendo in pratica una integrazione oggettiva del grande plastico, fu pronta agli inizi del 1911, ed in data 1° febbraio il Comandante del Battaglione Specialisti comunicò di averne avviata la stampa della foto d'insieme in scala 1/1000. Quel rilievo aereo aveva le dimensioni di 1.30 x 2.75 m, e fu riprodotto in alquanti esemplari dei quali attualmente: *"una copia di esso, la prima eseguita dopo le riprese, è quella conservata presso l'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma, esposta nel relativo museo con inv. 754... L'importanza di tale rilievo topofotografico, oltre che per la storia della fotografia aerea, anche per gli studi archeologici su Pompei e sul territorio circostante è notevole: ricordo solo, per inciso, che Pompei subì un gravissimo bombardamento da parte delle Forze Alleate durante la Seconda Guerra Mondiale, che distrusse oltre ad alcuni edifici, parti considerevoli di alcune insulae, che tale rilievo può documentare prima di tale catastrofe; ricordo inoltre che alcuni rinvenimenti avvenuti nelle adiacenze della città sono localizzati nelle relazioni di scavo rispetto alle costruzioni allora esistenti e pertanto il rilievo fornisce utili elementi per la definizione della carta archeologica di tali siti.*

Del medesimo rilievo ho individuato tuttavia anche altre copie, che vengono di seguito elencate:

Un esemplare... venne inviato in data sconosciuta alla Soprintendenza alle Antichità di Napoli, dove è attualmente conservato...

Un esemplare dello stesso periodo, ottenuto montando 21 foto quadrate, è conservato presso la Aerofototeca Nazionale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali...

Un analogo esemplare... è stato donato nel febbraio del 2001 al Soprintendente Archeologo di Pompei; Pietro Guzzo..."[58]

Si tratta in definitiva di due versioni, delle quali la seconda sembrerebbe la più estesa: negli anni successivi, forse nel 1923, ne venne realizzata una terza ad opera del Ministero dell'Aeronautica, di cui esistono copie presso la Soprintendenza Archeologica di Napoli.

56 Ibidem., p. 96.

57 Da G. STEFANI, *Il rilievo topofotografico...*, p. 15.

58 Ibidem., pp. 18-19

Indice degli autori

A. A. SETTIA, *Comuni in guerra ed eserciti nell'Italia delle città*, Bologna 1993

A. CHIUSANO, M. SAPORITI, *Palloni, dirigibili ed aerei del Regio Esercito 1884-1923*, Roma 1998

A. DONNARI, *Il carro armato. Storia, dottrina, impiego*, Roma 1995

A. FRATTA, *I Musei Scientifici dell'Università Federico II*, Napoli 1999.

A. GIBELLI, *La 'grande guerra', snodo di due epoche*, in *La Storia*, Verona 2007

A. GIUNTINI, *Il settore dei trasporti*, in *Storia dell'Ansaldo. Un secolo e mezzo 1853-2003*, Bari 2002

A.MANGONE, *L'industria del Regno di Napoli 1859-1860*, Napoli 1976

A. MAURO, *Il Castello aragonese di Baia*, Napoli 1979

A. MONDINI, *Il secolo del vapore*, in *Storia della tecnica*, Torino 1977

A. MONDINI, *Storia della tecnica. Dal Seicento al Novecento*, Torino 1977

A. MONDINI, *Storia della tecnica. L'età contemporanea*, Torino 1980

A. PESCE, *Il polverificio borbonico di Scafati*, Scafati 1996

A. RANZA, *Fotopografia e Fotogrammetria Aerea. Nuovo metodo pel rilevamento topografico di estese zone di terreno*, Roma 1907

AA. VV., *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, Milano 1965

AA. VV., *Il generale Giuseppe Garibaldi*, Roma 2007

AA. VV., *Storia dell'Aviazione*, Milano 1973

AA. VV., *The Pigeon Spy and His Work in War in Popular Science, vol. 88, Bonnier Corporation*, 1916

AA. VV., *Atti delle quarte giornate internazionali di Studi sull'Area Elimina*, 1-4 dic. 2000

AA. VV., *Storia della Marina, da Trafalgar a Tsushima*, Milano 1978

AA. VV., *Storia della Marina*, Milano 1978

AA. VV. - ASN, *Dipendenze della Sommaria*, I serie, vol. 64, anno 1627

AA. VV. - ASN, *Lavori Pubblici*, F. 248

AA. VV. - Aircraft Engine Historical Society's, *Curtiss-Wrigth, Historical Engine Summary*, 1983,

B. FORTEGUERRI, *Proposta di campagna marittima per i Bastimenti della Marina di S.M. il Re delle Due Sicilie*, Palermo 1798

B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma 1985

B. TANUCCI, *Epistolario vol. IV, 1757-1758*, Roma 1985

C. FORMENTI, *Lo strumento che oggi ha invaso case e uffici ha un illustre antenato: il pantelegrafo ideato da Giovanni Caselli e Rossini spedì all'abate lo spartito per fax*.

C. H. GIBBS-SMITH, *Aviation: An Historical Survey*, London 2008

C. H. GIBBS-SMITH, *Clément Ader, his Flight Claims and His Place in History*, London 1968

C. LIPPI, *Ponte pensile sul Garigliano*, Napoli 1817

C. MEREGALLI, *La terza armata tra Isonzo e Piave*, Bassano del Grappa 2010

C. RESSMANN, *La prima nave a vapore del Mediterraneo*, in *Rivista Marittima*, Febbraio 2007

R. SELVAGGI, C. DI SOMMA, R. MAJOLO, Salerno 1992

C. TARDIVO, *Manuale di fotografia-telefotografia topofotografia dal pallone*, Torino 1911

D. GARIGLIO, M. MINOLA, *Le fortezze delle Alpi occidentali*, Cuneo 1994,

D. IRVING, *Le armi segrete del Terzo Reich*, Verona, 1968

D. OLIVARI, *Storia delle teorie decompressive, da Haldane alle nuove tabelle US Navy*, pubblicazione *on line* 26.01.2013

D. SARLIN, *Steam Power Clubs News, Flying by Steam, Kingsley*, Michigan, USA 1981
D. STROFFOLINO, *La città misurata. Tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento,* Padova 1999
E. BORCHI, R. MACII, *Evoluzione di un'idea: il motore Barsanti-Matteucci*, Pisa 2005.
E. BORGHESAN, *Il manuale del minatore,* Iglesias 1956
E. De GIRARDIN, *Le risque et l'invention,* in *La Press 26 settembre*, 1852
E. SONNINO, *La rivoluzione industriale in Francia e Germania,* in *La Storia,* Verona 2007
E. SPERRY, *Lo stabilizzatore giroscopico attivo per navi,* Milano 1927
F. BARRA, *Per una storia della siderurgia meridionale di antico regime,* in *Le arti dell'acqua e del fuoco,* Centro di Cultura e Storia Amalfitana, Amalfi 2004
F. BRAUDEL, *Le strutture del quotidiano,* Torino 1982
F. FORESTA MARTIN in *Corriere della Sera*, 11 ottobre 2006
F. GALLUCCIO, *Cartografie della Provincia di Napoli,* in *Due secoli della Provincia, due secoli nella Provincia,* Napoli 2007
F. RUSSO, *Dai Sanniti all'Esercito Italiano. La regione fortificata del Matese,* Roma 1991
F. RUSSO, *I fari romani,* in *Rivista Marittima,* Roma 2007
F. RUSSO, *Il fortino di Calastro,* in *Il Porto del Corallo. Analisi storica del porto di Torre del Greco*, Napoli 2007
F. RUSSO, *Leonardo inventore? L'equivoco di un testimone del passato scambiato per un profeta del futuro,* Napoli 2009
F. RUSSO, *Li Turchi alla marina, torri, cannoni e corsari.* Napoli 2007
F. RUSSO, *Techne. Età Classica,* Roma 2009
F. RUSSO, *Techne. Età Moderna,* Roma 2013
F. RUSSO, F. RUSSO, *Il borgo marinaro di Pompei e la foce del fiume Sarno,* in *L'Universo,* Rivista dell'IGMI, anno 87° n°1, Gennaio-Febbraio 2007
F. VITALE, G. BETRO, *Palombari della Marina Militare Italiana 1849- 2009,* Imola 2009
G. B. PIATTI, *Proposta per la strada ferrata tra Susa e Modane di un nuovo sistema di propulsione ad aria compressa da motori idraulici (sistema esperimentato in Inghilterra) e abbozzo di progetto pel traforamento delle Alpi,* Torino, 1853
G. DAL POZZO, *Conferenza sulla scuola di guerriglia per un ufficiale del 2° rgt. Granatieri,* Torino 1871.
G. RUSSO, *Manuale di architettura navale: ad uso degli Ufficiali della Marina,* Torino 1905
G. ANANIA, *Royal Mail Steamer Titanic. Dal cantiere all'oceano,* Trieste 2012
G. BOFFITO, *Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti,* Roma 1982
G. CONIGLIO, *I viceré spagnoli di Napoli,* Napoli 1967
G. GALASSO, *Seta e ferro nell'economia napoletana del tardo '500,* in *Rivista Storica Italiana,* 1963
G. LONGOBARDI, *Pompei sostenibile,* Roma 2002
G. MATACENA, *Architettura del lavoro in Calabria tra i secoli XV e XIX,* Ercolano 1983
G. STEFANI, *I calchi,* Pompei 2010
G. STEFANI, *Il rilievo topofotografico di Pompei del 1910,* in *Studi di Aerotopofotografia Archeologica,* in *Archeologia Aerea 3*, Salerno 2006
G. TASCONE, *Sui lavori geodetici e topografici di Pompei,* in *Pompei e la regione sotterranea del Vesuvio nell'anno LXXIX,* Napoli 1879
GILLE, *Storia delle tecniche,* Roma 1985
H. L. PETERSON, *Armi da fuoco nei secoli,* Milano 1963
H. PARISELLE, *Le périscope,* in *Revue maritime,* 1° sem. 1920.
I. HOGG, *Storia delle fortificazioni,* Novara 1982
I. MENCARELLI, *Enrico Forlanini: (5-12-1848-9-10-1930),* Roma 1971
I. TESTA, *Le grandi figure della medicina molisana,* Campobasso 2011
J. BEVAN, *The Diver Infernal*, London 1966
J. C. FREMONT, *La spedizione esplorativa per le Montagne Rocciose nel corso dell'anno 1842, e di Oregon e California del Nord negli anni 1843-'44,* Washington 1845.

J. NEUBRONNER, *Die Brieftaubenphotographie und ihre Bedeutung für die Kriegskunst, als Doppelsport für die Wissenschaft und im Dienste der Presse. Nebst einem Anhang: 'Die Kritik des Auslandes,* Dresda 1909

J. P. KELLER, *Sul ponte del Titanic*, Milano 1997

J. M. J. COUTELLE, *Sur l'aérostat, employé aux armées de Sambre-et-Meuse et du Rhin,* Parigi 1829

J. ROBERTS, *The Battleship Dreadnought. Anatomy of the Ship,* Annapolis, 1992

J. TYNAN, *Abito militare e Tempo Libero all'aperto per uomo: Trench di Burberry* in *Gran Bretagna Prima Guerra Mondiale,* in *Giornale della storia del design*

K. D. Mc CUTCHEON, *Gnome Monosoupape Type N Rotary,* da *Aircraft Engine Historical Society.* Estratto 2008-05-01

K. YURI, *Maggiori informazioni sulle taglie di abiti e scarpe da uomo,* articolo *on line*

L. BENEVOLO, *Storia dell'architettura moderna,* Bari 1966

L. BIANCHINI, *Della storia delle finanze del Regno di Napoli,* Oderzo 1884

L. GARCIA Y GARCIA, *Danni di guerra a Pompei. Una dolorosa vicenda quasi dimenticata,* Roma 2006

L. GARCIA Y GARCIA, NOVA BIBLIOTHECA POMPEIANA, *Repertorium bibliographicum pompeianum,* Roma 2012

L. GERBELLA, *Arte mineraria,* Milano 1960

L. GIUSTINIANI, F. DE LICTERIIS, *Guida per lo Real Museo Borbonico,* Napoli 1824

L. SANTARELLA, *Il cemento armato. La tecnica e la statica,* Milano 1955

L. TUCCARI, *Memoria sui principali aspetti tecnico-operativi della lotta al brigantaggio dopo l'unità (1861-1870)*, in *Archivio Storico per le provincie napoletane,* III serie, anno XXII, Napoli 1983

L. CASTRIANNI, E. CELLA, P. FORTINI, *Boni e il Genio. La nascita della fotografia aerea archeologica,* Roma 2014

L. STEPHEN, S. LEE, *Dictionary of National Biography from the earliest times to 1900,* London, Oxford University Press, 1949

LESCA *Tre ingegneri per un traforo. La storia della ferrovia del Frejus,* Borgone di Susa (TO) 1998

M. CURIE, *La Radiologia e la Guerra, Parigi 1921,* traduzione G. Trivia 2010

M. DE CIUTIIS, *I Raggi Rontgen,* Napoli 1896

M. R. AMT, HANDBOOK FOR LEGIONARIES, *Paenula*, articolo *on line*, 2005

M. VIGLIERO, *Storia dell'impermabile,* pubblicazione *on line*, 2011

N. PEVSNER, *Storia dell'architettura europea*, Bari 1998.

P. BEAVER, *A History of Lighthouses,* London 1971

P. L. NERVI, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Roma 1945

P. MARTINEZ, *Sulla costituzione dei periscopi e sulle loro qualità ottiche,* in *Rivista marittima,* 3° trim. 1923

P. RASTELLI, *Onori militari ai marinai sudisti. Il sommergibile che divide gli Usa*, in *Corriere della Sera* 18.04.2004

P. VAN GEER, *Notice sur la vie et les travaux de Willebrord Snellius,* in *Archivi néerlandaises des Sciences naturelles et exactes*, 1883

P. FROSINI, *La liberazione dalle inondazioni del Tevere*, in *Capitolium, n° XLIII,* 1968

P. LISSARAGUE, *Clément Ader, inventeur d'avions,* Tolosa 1990

P. PAVLINOVICH, *The steam boiler,* pubblicazione *on line*, 2009

R. KNOWELES MORRIS, *John P. Holland, 1841-1914: Inventor of the Modern Submarine,* University of South Carolina Press, 1998

R. PAURA, *Nel cuore e nell'anima. El Giza*, in *Quaderni d'altri tempi*, pubblicazione *on line* n° 21, luglio-agosto 2009

R. RENZETTI, *Lo sfruttamento del vapore. Treni e navi*, pubblicazione *on line* febbraio 2011

R. ARTUSI, *Il servizio sanitario nell'Armata Sarda durante la campagna di Crimea (1855/56),* in *Studi Storico Militari 1996,* Roma 1998

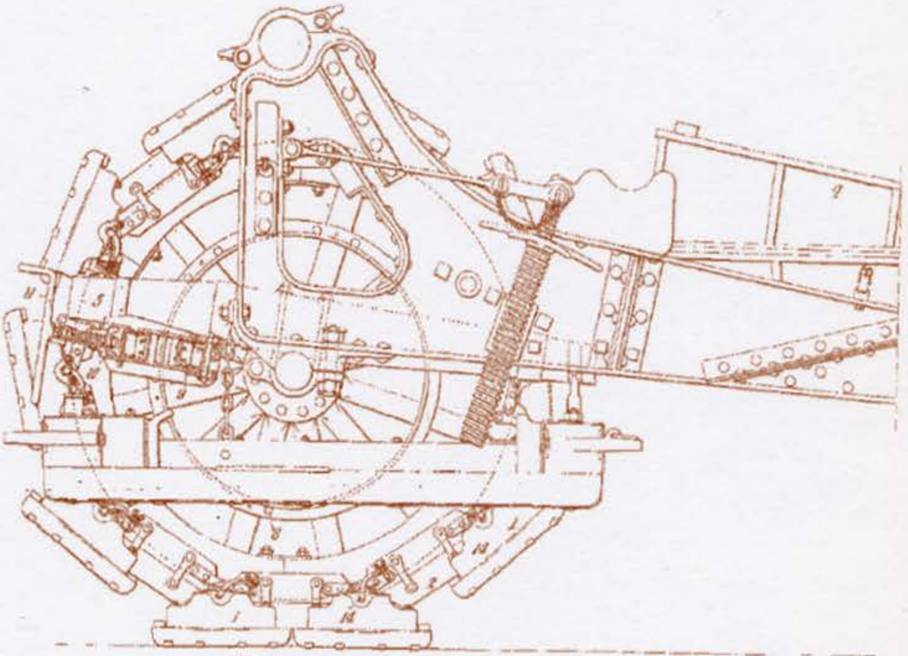
R. H. DAVIS, *Deep Diving and Submarine Operations*, London 1955

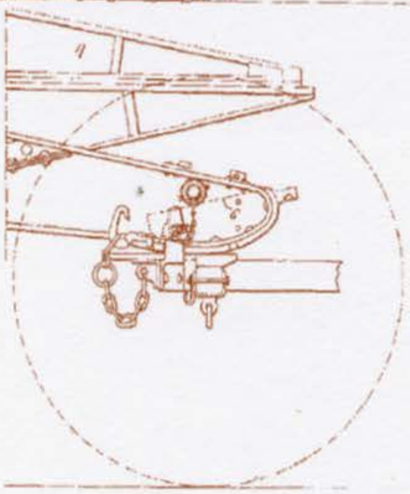
R. N. ROSSIER, *Redefining Performance: Diver propulsion vehicles: Manage the risks, and enjoy the ride,* in *Divers Alert Network*, Retrieved 2014-03-28.

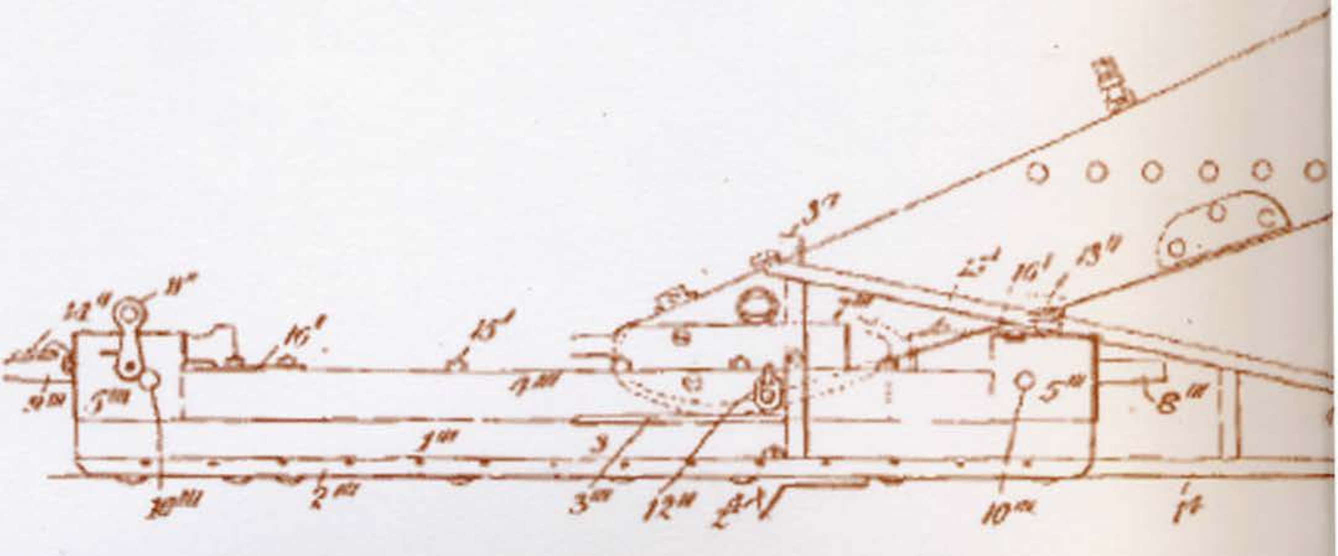
R. PARISI, *The suspension bridges in the italian architectural culture of th 19th Century,* in *Atti del XIII Congresso TICCIH organizzato dall'Istituto Momigliano per la Storia d'Impresa,* Terni e Roma 14-18 settembre 2006
R. RAIMONDO, *Itinerari torresi e cronistoria del Vesuvio,* Napoli 1977
R. RENZETTI, *Lo sfruttamento del vapore. Treni e navi*, pubblicazione *on line*, febbraio 2011
RICCIARDI, *Diario del Monte Vesuvio,* Napoli 2009
S. CALABRÓ, a cura di, *La passione dell'invenzione. Enrico Forlanini, ingegnere e aeronaut*a, Milano 2004
S. CONSOLATO, *Giacomo Boni, il veggente del Palatino*, in *Politica Romana,* 6 2000-2004
S. TEIR, *The History of Steam Generation,* pubblicazione *on line*, University Helsinki, 2002
T. HANCOCK, *Origin and Progress of the Caoutchouc or India Rubber Manufacture in England*, London 1857
T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale*, Torino 1968
T. DANDOLO, *Panorama di Firenze, la esposizione nazionale del 1861 e la villa Demidoff a San Donato: mosaico storico ed artistico*, Milano 1863
T. K. DERRY, T. I. WILLIAMS, *Tecnologia e civiltà occidentale. Storia della tecnica e dei suoi effetti socio economici*, Torino 1968
U. LEONE, *Industria metalmeccanica e cantieri navali nel periodo postunitario,* in *La fabbrica delle navi. Storia della cantieristica nel Mezzogiorno d'Italia,* Napoli 1990
U. TRIPICCHIO, *Arte e tecnica navale,* Napoli 1975
V. TIBERI, *Sugli estratti di alcune muffe*, in *Annali di Igiene sperimentale,* vol. V 1895
V. VALERIO, *Società, uomini e istituzioni cartografiche nel Mezzogiorno d'Italia,* Firenze 1993
W. J. MILLER, F. P. WALTER , *The Submarine Technology of Jules Verne,* in *Undersea Warfare, the official magazine of the U.S. Navy Submarine Force.* Winter 2004
W. H. Mc NEILL, *Caccia al potere. Tecnologia, armi, realtà sociale dall'anno Mille,* Milano 1984
W. LORD, *Titanic: la vera storia,* Milano 1998
W. RAMSAY, *Sagum*
W. SMITH, *A Dictionary of Greek and Roman Antiquities,* London 1875

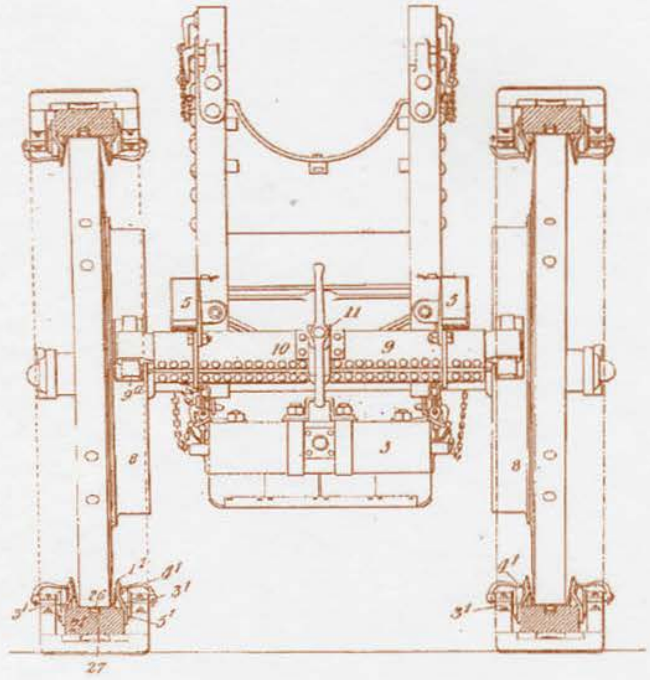
Finito di stampare nel mese di Dicembre 2014
presso la tipografia Vulcanica Print - Napoli
per conto della Rivista Militare

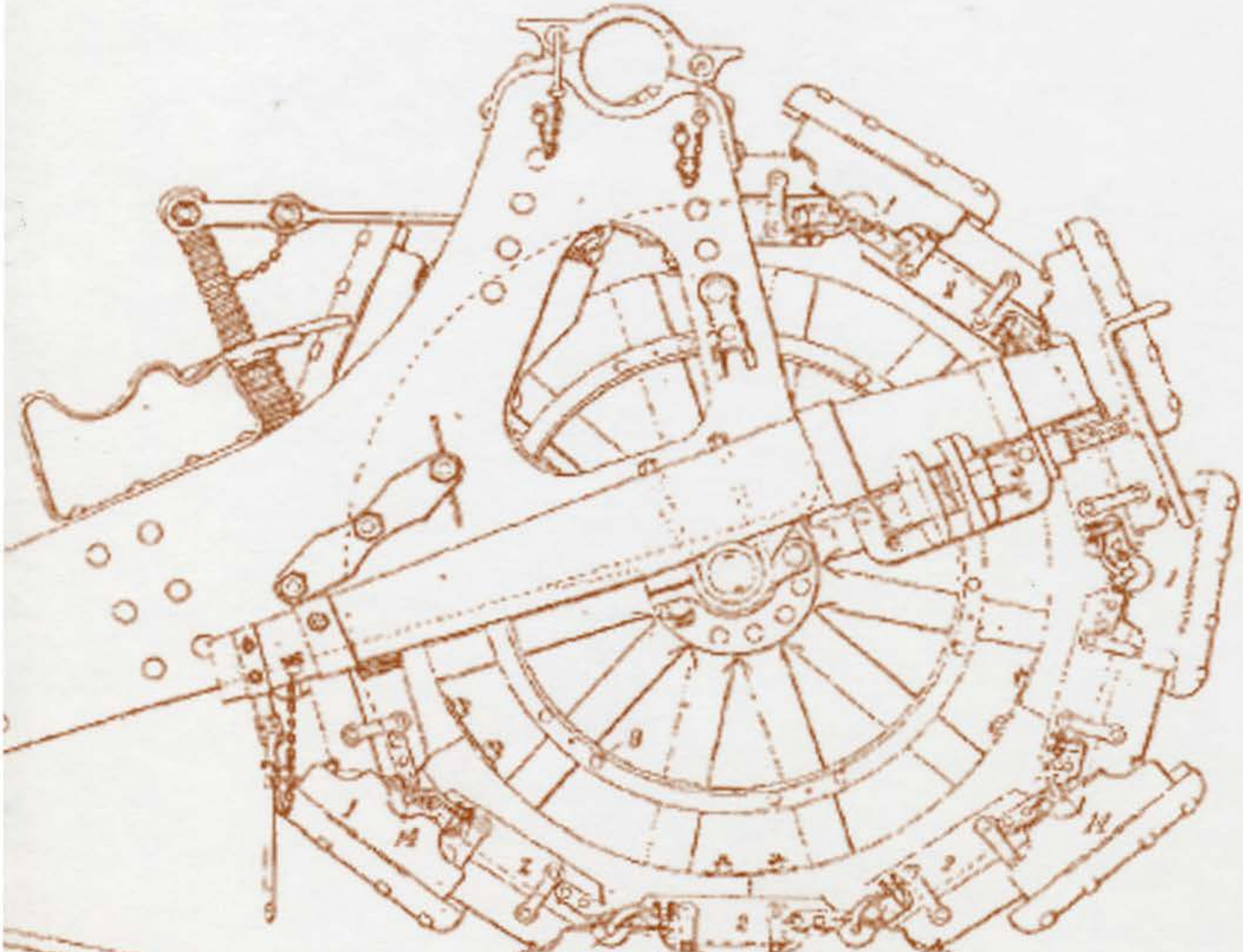
ISBN 978-88-95430-94-2











RIVISTA MILITARE